Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

UNTER MITWIRKUNG VON

A. BUTENANDT BERLIN-DAHLEM · P. DEBYE BERLIN-DAHLEM · F. K. DRESCHER-KADEN GÖTTINGEN · H. v. FICKER WIEN · R. GRAMMEL STUTTGART

O. HAHN BERLIN-DAHLEM · M. HARTMANN BERLIN-DAHLEM · F. KÖGL UTRECHT · M. v. LAUE BERLIN · E. v. d. PAHLEN POTSDAM

F. SAUERBRUCH BERLIN · H. SPEMANN FREIBURG I. BR. · H. STILLE BERLIN · F. v. WETTSTEIN BERLIN-DAHLEM

HERAUSGEGEBEN VON

FRITZ SÜFFERT

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 17 (SEITE 265—280) 28. APRIL 1939 27. JAHRGANG

INHALT:

Gibt es Aktionssubstanzen bei der Nervenerregung? Von ALEXANDER VON MURALT, Bern. (Mit 1 Figur) 265

Grundsätzliches zum Problem der Haustierwerdung. Von E. WERTH, Berlin-Dahlem 271

KURZE ORIGINALMITTEILUNGEN:

Untersuchungen am Faraday-Effekt in durchsichtigen Medien. Von FRITZ GABLER, Wien 274

Über die blaue Fluoreszenz von natürlichen Silikaten im ultravioletten Lichte und über synthetische Versuche an Salikatschmelzen mit eingebautem zweiwertigem Europium. Von H. HABERLANDT und A. KÖHLER, Wien 275

Das Überleben tiefgekühlter Impftumoren. Von K. HÖFER, F. HOLTZ und M. KOINZER, Berlin 275

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!

Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften

Redigiert in Gemeinschaft mit **F. Hund**

von

Ferdinand Trendelenburg

Zuletzt erschien:

Siebzehnter Band

Mit 238 Abbildungen. III, 424 Seiten. 1938. RM 34.—; gebunden RM 35.60

Inhaltsverzeichnis:

Theoretische Gesichtspunkte zur Deutung der kosmischen Strahlung. Von Dr. phil. H. Euler und Professor Dr. W. Heisenberg, Leipzig.

Fortschritte auf dem Gebiete der Ultrarottechnik. Von Professor Dr. M. Czerny und Dr. rer. nat. H. Röder, Frankfurt a. M.

Ergebnisse der Ultrarotforschung. Von Dozent Dr. phil. habil. Frank Matossi, Breslau, z. Zt. Berlin-Dahlem.

Dielektrische Verluste im Zusammenhang mit dem polaren Aufbau der Materie. Von Dr. phil. F. Horst Müller, Berlin-Siemensstadt.

Die Deutung der Nordlichterscheinungen und die Struktur der Ionosphäre. Von Professor Dr. L. Vegard, Blindern b. Oslo (Norwegen).

Die Ionosphäre und ihr Einfluß auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. Von Dr. rer. techn. Dipl.-Physiker Walter Dieminger, Rechlin (Meckl.).

Die Ausbreitung der ultrakurzen Wellen. Von Dr.-Ing. Gottfried Eckart, Mirow (Meckl.), und Dr.-Ing. Hans Plendl, Rechlin (Meckl.).

Kinetik der Polymerisationsprozesse. Von Dozent Dr. phil. habil. G. V. Schulz, Freiburg i. Br.

Inhalt der Bände I—XVII. — Namen- und Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses!

Über die Dipeptidasen anaerober Bakterien. Von ERNST MASCHMANN, Frankfurt a. M. 276

Versuche zum Nachweis der Induktionsfähigkeit jüngster Entwicklungsstadien von Triton. Von BERNHARD MAYER, Freiburg i. Br. . . 277

Bemerkung zu der Mitteilung von Herrn v. Weizsäcker: „Zum Wefelmeierschen Modell der Transurane". Von F. J. v. WISNIEWSKI, Warschau 277

Erwiderung zu der Bemerkung von Herrn v. Wisniewski. Von C. F. VON WEIZSÄCKER, Berlin-Dahlem 277

Bemerkung zu der Erwiderung von Herrn v. Weizsäcker. Von F. J. VON WISNIEWSKI, Warschau 278

Erwiderung zu vorstehender Bemerkung. Von C. F. v. WEIZSÄCKER, Berlin-Dahlem . . . 278

Über die Parallelitätserhöhung der Micelle in natürlicher Cellulose. (Über ein höchst orientiertes Cellulose-Präparat.) Von T. KUBO, Osaka. (Mit 3 Figuren) 278

BESPRECHUNGEN:

ZIMMERMANN, WALTER, Vererbung „erworbener Eigenschaften" und Auslese. (Ref.: Wilhelm Ludwig) 279

PAULCKE, WILHELM, Praktische Schnee- und Lawinenkunde. (Verständliche Wissenschaft, 38. Bd.) (Ref.: R. Finsterwalder) 280

BORKUM BALTRUM LANGEOOG
JUIST SPIEKEROOG
NORDERNEY WANGEROOGE
Natürliche Heilkräfte der Nordsee!
„Reisewinke" durch den Landesfremdenverkehrsverband Ostfriesland, Emden.

Liesegang
Projektionsapparate und Epidiaskope
Erhältlich in allen Ausführungen u. Preislagen
Listen frei!
Ed. Liesegang, Düsseldorf
Postfach

Die Stoffausscheidung der höheren Pflanzen

Von

Dr. **A. Frey-Wyssling**

Privatdozent an der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich

(„Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere", 32. Band)

Mit 128 Abbildungen. XII, 378 Seiten. 1935

RM 28.—; gebunden RM 29.40

Inhaltsübersicht:

Einleitung. — Definition und Einteilung der pflanzlichen Ausscheidungsstoffe. — **I. Die Zellwand.** Gerüstsubstanzen und Zellwandstruktur: Die Anisotropie der Zellwände. Die Micellartheorie. Die Röntgenuntersuchung der Zellwände. — Die Zellulose. Optik zellulosischer Micellaggregate. Die Micellarstrukturen der Zellwände. Die intermicellaren Räume. Intermicellare Gerüstsubstanzen. Selbständige Gerüstsubstanzen. Übersicht über die Struktur der Zellwände. Physiologie der Zellwand: Physiologische Bedeutung der Zellwände. Quellung der Zellwand. Die Elastizität der Zellwände. Die Plastizität der Zellwände. Das Wachstum der Zellwände. Die Permeabilität der Zellwände. — **II. Rekretion.** Die anorganischen Ausscheidungsstoffe der Pflanzen: Kalziumsalze. Kieselsäureausscheidungen. Physiologie der anorganischen Ausscheidungsstoffe: Die Stoffaufnahme der Pflanzen. Die anorganischen Ausscheidungen als Rekrete. Physiologische Anatomie der Rekretionsstätten: Die Rekretionsstätten. Gegenseitige Stellvertretung verschiedener Rekrete. Bedeutung der Rekrete für die systematische Anatomie. Zur Phylogenie der Rekretion. — **III. Exkretion.** Die terpenartigen Ausscheidungsstoffe der Pflanze: Monoterpene. Sesquiterpene. Diterpene. Triterpene. Tetraterpene (Karotinoide). Polyterpene (Kautschukgruppe). Ausblick. Physiologie der Terpenverbindungen: Bildungsorte der Terpene in der Pflanze. Physiologische Bedeutung der Terpene. Physiologische Anatomie der Exkretionsorgane: Die Exkretionsorgane. Histologische Gesichtspunkte. Vergleichend-anatomische Gesichtspunkte. Zur Phylogenie der Terpenbildung. — **IV. Sekretion.** Äußere Sekretion: Kontaktsekrete. Gutationssekrete. Innere Sekretion: Fermente. Hormone. — **V. Rückblick.** — Literatur- und Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

27. Jahrgang | 28. April 1939 | Heft 17

Gibt es Aktionssubstanzen bei der Nervenerregung?

Von ALEXANDER VON MURALT, Bern[1].

Die elektrischen Erscheinungen, die im Zusammenhang mit der physiologischen Erregung am Nerven zu beobachten sind, werden durch Vorsetzung des Wortes „Aktion" gekennzeichnet. Man spricht von Aktionsströmen und Aktionspotentialen. In gleicher Wortbildung kann der Zustand, in welchem sich die erregte Stelle eines Nerven befindet, als *Aktionszustand* bezeichnet werden. Darunter soll die Gesamtheit der Änderungen verstanden werden, die sich an der erregten Stelle abspielen. Den Aktionszustand als solchen wird man erst beschreiben können, wenn der größere Teil der sich abspielenden Änderungen einmal bekannt sein wird. Bis jetzt ist von diesen Änderungen vor allem eine Gruppe von Erscheinungen sehr genau erfaßt worden: die elektrischen Erscheinungen. Sie stehen augenblicklich an erster Stelle, weil sie *eine* Äußerung des Aktionszustandes sind, die mit den zur Verfügung stehenden Methoden und Meßinstrumenten besonders genau erfaßt und untersucht werden konnte. Andere bekannte Äußerungen des Aktionszustandes sind Aktionswärme und Aktionsstoffwechsel des Nerven. Es entsteht aber die Frage, ob nicht noch weitere Äußerungen dieses besonderen Zustandes festzustellen sind.

Wenn in den bisherigen Vorstellungen vom Mechanismus des Erregungsvorganges die elektrischen Erscheinungen die Hauptrolle gespielt haben, so hat das gewichtige Gründe. Die Identität von Aktionspotential und Erregungsvorgang hat sich in allen Untersuchungen erwiesen, und die Aufstellung quantitativer Erregungsgesetze unter Heranziehung elektrischer Modellvorstellungen brachte weitgehende Übereinstimmung zwischen theoretisch zu erwartenden und praktisch gefundenen Daten. Es ist daher kein Wunder, wenn der Erregungsvorgang als vorwiegend elektrischer Prozeß angesehen wird. Immerhin bleibt zu bedenken, daß die Geschwindigkeit der Erregungsleitung verhältnismäßig langsam ist (maximal 100 m/sec beim Säugetier 37°, minimal 0,05 m/sec beim marklosen Nerven in niederen Tieren) und einen Temperaturkoeffizienten aufweist, wie er bei chemischen und physikalisch-chemischen Prozessen beobachtet wird, und daß außerdem ein energieliefernder Vorgang mit der Entstehung des Aktionszustandes verknüpft sein muß.

HODGKIN[2] hat in neuen, sehr überzeugenden Versuchen den Nachweis erbracht, daß die Nervenleitung, d. h. also die wellenförmige Fortpflanzung des Aktionszustandes, auf elektrischer Grundlage allein erklärt werden kann. Der Nerv mit seinem Achsenzylinder und der relativ gut isolierenden Markscheide kann als Kernleiter betrachtet werden und hat als solcher eine recht beträchtliche innere Ausbreitung der Stromschleifen bei Einwirkung einer Potentialdifferenz zwischen verschiedenen Nervenabschnitten. Er konnte zeigen, daß elektrotonische Stromschleifen bei Ankunft einer Erregungswelle an einer blockierten Nervenpartie über diese hinweg auf Nervenabschnitte unterhalb des Blockes übergreifen und dort Veränderungen setzen, die zur lokalen Erniedrigung der Reizschwelle führen. Aus dem Abstandsgesetz dieser Stromschleifenwirkung ist zu berechnen, daß die Intensität der von einer erregten Stelle des Nerven ausgehenden Stromschleifen in benachbarten ruhenden Abschnitten mehr als zehnfach ausreichend ist, um durch Reizung dort die Erregung auszulösen. Durch diese Feststellung hat die Strömchentheorie von HERMANN wieder sehr an Boden gewonnen. Ebenso wie aber auch bei künstlicher elektrischer Reizung des Nerven der Reiz mit dem Vorgang, den er auslöst, unmittelbar keinen Zusammenhang zu haben braucht, so bestehen zwischen den Stromschleifen, die von einer erregten Stelle ausgehen, und den Vorgängen, die sie in einer noch ruhenden Partie auslösen, keine unmittelbaren Zusammenhänge.

Das beste Modell für die Vorgänge, die zur Fortleitung der Nervenerregung führen, ist immer noch das Kernleitermodell von LILLIE[3]. Es besteht aus einem Eisendraht als Kern, der in konzentrierte Salpetersäure als Elektrolyt eintaucht. Nach anfänglicher Einwirkung der Säure bildet sich eine stabile Grenzschicht aus, die eine weitere Säurewirkung auf den Draht verhindert. Wird diese Schicht durch „Reizung" (mechanisch, elektrisch oder chemisch) an irgendeiner Stelle zerstört, so kann die Salpetersäure an dieser Stelle den Draht angreifen und es entsteht ein galvanisches Element, welches aus den benachbarten noch ruhenden Teilen, dem Drahtinnern, der „erregten" Stelle und der Salpetersäure gebildet wird. Es fließen elektrische Ströme, deren Stromschleifen sich ausbreiten, in der Umgebung der „erregten" Stelle die ruhenden Stellen polarisieren und so zu einer Zerstörung der Grenzschicht führen. Dadurch breitet sich der Zustand des Zerfalles nach beiden Seiten rasch aus. Umgekehrt führt aber die Polarisation an den blanken Stellen zu einer Regeneration der stabilen Grenzschicht, so daß der Draht nach kurzer Zeit wieder im Zustand der Ruhe und somit wieder erregbar ist. An der erregten Stelle entsteht braunes Eisenoxyd, verbunden mit der Entwicklung

[1] Vortrag, gehalten vor der Berliner Physiologischen Gesellschaft am 27. Januar 1939.
Aus dem Hallerianum, Bern.

[2] A. L. HODGKIN, J. of Physiol. **90**, 183 (1937).

[3] R. S. LILLIE, Protoplasmic action and nervous action. Chicago 1923.

von Gasblasen. Die Erregungswelle begleitet ein Stoffwechselvorgang; der örtliche Initialprozeß pflanzt sich wellenähnlich fort; die Leitungsgeschwindigkeit ist von der gleichen Größenordnung wie beim Nerven; der Temperaturkoeffizient ist derselbe; nach der Reizung ist die gereizte Stelle, wie beim Nerven, kurze Zeit refraktär; es entsteht Wärme; neben den chemischen Vorgängen tritt ein Aktionsstrom auf; die Erregung kann durch Elektrotonus oder chemische Einwirkung blockiert werden; Reizdauer und Reizintensität folgen am Modell den gleichen Beziehungen, wie beim Nerven.

In dem Modell von LILLIE sind die Verhältnisse ganz ähnlich, denn es wirken elektrische Stromschleifen auf benachbarte Abschnitte als Reiz, lösen dort aber einen chemischen Zerfall der schützenden Schicht auf dem Eisendraht aus, das labile chemische Gleichgewicht wird gestört und es entsteht ein neuer Aktionszustand. Wenn somit die Frage der Fortleitung der Erregungswelle auch auf elektrische Vorgänge zurückgeführt werden kann, so bleibt für die Entstehung des Aktionszustandes an einer bestimmten Stelle die Frage nach chemischen Vorgängen, die die Ursache des Aktionspotentiales und der elektrotonischen Stromschleifen sind, immer noch bestehen. Man kann mit HILL[4] auch heute noch den Aktionszustand als „chemische Welle" betrachten, deren Fortleitung durch die mit ihr gekoppelten elektrischen Erscheinungen erfolgt.

In einem Bleiakkumulator treten bei Stromschluß neben den äußerlich wahrnehmbaren elektrischen Erscheinungen, im Inneren chemische Veränderungen auf. In ähnlicher Weise sind beim Nerven mit dem Entstehen und Verschwinden des Aktionszustandes chemische Prozesse zu erwarten. Die Dauer des Aktionspotentiales und der Refraktärzeit, oder, anders ausgedrückt, die Dauer des Aktionszustandes ist allerdings so kurz, daß die zugehörigen chemischen Vorgänge äußerst rasch sein müssen. Ob es sich dabei um beträchtliche oder nur geringfügige chemische Umsätze handeln kann, ist aus den Wärmemessungen[5] am Nerven zu ersehen.

Beim markhaltigen Froschnerven beträgt die initiale Wärmebildung bei 20° für den einzelnen Aktionszustand $7 \cdot 10^{-8}$ cal, oder 3 erg pro Gramm Nerv. Bei 0° ist sie größer, etwa 10 erg pro Gramm Nerv. Bei rhythmischer Reizung nimmt die auf die einzelne Erregungswelle bezogene freigesetzte Wärme ab, bei Zunahme der Reizfrequenz nähert sie sich einem Grenzwert, der nicht überschritten wird. Bei 20° ist dieser Grenzwert 300 erg/g/sec, bei 0° 100 erg/g/sec. Die Wärme ist ungefähr proportional der Zeit während welcher der Aktionszustand besteht. Die mitgeteilten Werte beziehen sich auf die „Initial"wärme, die synchron mit der Aktion auftritt. Außer der Initialwärme tritt im Anschluß an die Tätigkeit eine lang dauernde Erholungswärme auf. Diese ist unabhängig von der Anwesenheit von Sauerstoff und steht mit einer evtl. Milchsäurebildung in keinem Zusammenhang, obwohl der periphere Nerv eine erhöhte Atmung nach der Tätigkeit besitzt. Bei Ausschluß von Sauerstoff muß ein wirksamer Wasserstoffacceptor für die Erholungsvorgänge in Funktion treten, der bei nachträglicher Zufuhr von Sauerstoff oxydiert wird.

HILL hat aus der geringen Wärmebildung bei der Erregung den Schluß gezogen, daß der Prozeß, der zum Aktionszustand führt, mit chemischen Umsätzen im größeren Ausmaß nicht verknüpft sein kann, da sonst eine größere Initialwärme beobachtet werden müßte. Man wird also nach physikalischen Vorgängen Umschau halten, deren Ablauf mit Wärmebildung verknüpft ist. Die JOULEsche Wärme des Aktionsstromes selbst reicht nur zur Erklärung von 1% der beobachteten Wärme aus[6]. HILL hat dagegen die bei der Entladung eines zylindrischen Kondensators von Nervendimensionen und Ruhepotential auftretenden Energiemengen berechnet und für den markhaltigen Nerven eine gute Übereinstimmung erhalten. Ein auf 50 mV (d. i. Ruhepotential) aufgeladener zylindrischer Kondensator von 0,8 μF würde bei Entladung ungefähr die tatsächlich gemessene Initialwärme liefern. Dieselbe Berechnung versagt aber für den marklosen Nerven, dessen Wärmebildung 10mal so groß ist. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß der entladene Kondensator in äußerst kurzer Zeit wieder aufgeladen wird. Für diesen Vorgang muß freie Energie aus irgendeinem energieliefernden Prozeß zur Verfügung stehen, denn sonst würde die Aufladung auf Kosten der Wärme der Umgebung erfolgen und die Gesamtwärme wäre gleich Null.

Da die Verhältnisse beim Skeletmuskel in vielen Punkten sehr ähnlich liegen und wesentlich besser erforscht sind, ist es verlockend, Parallelen zu ziehen. Auch beim Skeletmuskel besteht eine zeitliche Auftrennung der Wärmeschübe in Initialwärme und Erholungswärme. Während das Verhältnis je nach den Bedingungen zwischen 1:1 bis 1:2,5 schwankt, ist es beim markhaltigen Nerven 1:15 (Frosch), beim marklosen 1:50. Die Erholungswärme beim Nerven ist 5—20mal so groß wie beim Muskel. Eine große Erholungswärme kann nun zwei Ursachen haben. Im Muskel werden die raschen chemischen Prozesse, die durch ihre Entladung Energie während und unmittelbar nach der Tätigkeit liefern, in der Erholung durch den oxydativen Prozeß rücklaufend geführt. Zwischen oxydativem Prozeß und rückläufiger Führung der Primärprozesse besteht eine energetische Koppelung[7]. Hätte der oxydative Prozeß einen Wirkungsgrad von 100%, so dürfte in der Erholungsphase überhaupt keine Wärme auftreten, da die gesamte Energie des Oxydationsvorganges zur Aufladung des Systemes verwendet würde. Je schlechter der Wirkungsgrad des oxydativen Prozesses ist, desto mehr Wärme muß erscheinen, d. h. desto größer muß der oxydative Umsatz sein, um bei schlechtem Wirkungsgrad den zur Wiederauf-

[4] A. V. HILL, Chemical wave transmission in nerve. Cambridge 1932.

[5] A. V. HILL, Chemical wave transmission in nerve. Cambridge 1932. — T. P. FENG, Erg. Physiol. **38**, 73 (1936).

[6] A. V. HILL, Proc. roy. Soc. Lond. B **92**, 178 (1921).

[7] O. MEYERHOF, Naturwiss. **19**, 923 (1931).

ladung nötigen Energiebedarf zu decken. Große Erholungswärme kann also schlechten Wirkungsgrad des Erholungsvorganges anzeigen. Eine andere Möglichkeit ist aber auch denkbar[8].

Jeder chemische oder physikalisch-chemische Prozeß, dessen freie Energie größer ist als seine Wärmetönung, läuft unter Aufnahme einer *„temporären Wärmeschuld"* ab, falls er in einem späteren Zeitpunkt durch einen Prozeß rückläufig geführt wird, bei dem die Abnahme der freien Energie gleich groß ist wie die Wärmetönung (was für Oxydationsprozesse annähernd gilt)[9]. Wegen des ersten Hauptsatzes muß in diesem System die temporäre Wärmeschuld ausgeglichen werden, und es entsteht nachträglich Erholungswärme, die um so größer ist, je größer die temporäre Wärmeschuld war. Aufnahme einer temporären Wärmeschuld im Primärprozeß ist aber gleichbedeutend mit geringer Wärmebildung oder sogar mit einer Phase negativer Wärme (wie sie z. B. beim Muskel beobachtet wird), da die zur Messung gelangende Wärme die Resultante zwischen exotherm abgegebener Reaktionswärme und endotherm aufgenommener Wärmeschuld ist. Nach dieser Auffassung, die auf Grund energetischer Bilanzbetrachtungen am Muskel entwickelt wurde[10], ist die relativ große Erholungswärme des Nerven der unmittelbare Ausdruck dafür, daß in der Initialphase endotherme Prozesse ablaufen, bei denen die Änderung der freien Energie kleiner ist als die Wärmetönung oder bei denen sogar die Wärmetönung das entgegengesetzte Vorzeichen besitzt.

Schreibt man die Erholungswärme dem schlechten Wirkungsgrad des Erholungsvorganges zu, wozu man eigentlich keine Berechtigung hat, so ist der Energieumsatz während der Erregung gleich groß wie die Initialwärme. Betrachtet man dagegen die Erholungswärme ganz[11] oder teilweise als Abzahlung der temporären Wärmeschuld, so muß zur Initialwärme noch die ganze oder partielle Erholungswärme bilanzmäßig dazugerechnet werden, um den wahren Betrag der Änderung der freien Energie im Initialvorgang zu ergeben.

Nach dieser neuen Auffassung ist der Energieumsatz im Initialprozeß beim markhaltigen Nerven maximal 16mal, beim marklosen Nerven maximal 50mal größer, als bisher angenommen wurde.

Wie die Erholungswärme des Nerven auch gedeutet wird, an der grundsätzlichen Tatsache, daß der Gesamtenergieumsatz bei der Aktion relativ klein ist, ändert sich nichts. Wenn daher Aktionssubstanzen gebildet werden oder verschwinden, so muß es sich um Vorgänge handeln, die mit kleinen Energieänderungen verknüpft sind. Aus dieser Beschränkung geht hervor, daß Aktionssubstanzen, wenn sie überhaupt gebildet werden, entweder in kleinsten Mengen auftreten, oder aber ohne große Änderung der freien Energie des Systems entstehen.

Das Ergebnis der bisherigen Erörterungen wird denjenigen etwas in Erstaunen setzen, der mit dem Gebiet nicht näher vertraut ist und in den letzten Jahren die Fülle von Arbeiten über „Substanzen, die bei der Nervenerregung frei werden", nur oberflächlich zur Kenntnis genommen hat. Bevor die bisherigen Ergebnisse über Aktionssubstanzen, in Beantwortung der im Titel dieses Vortrages aufgeworfenen Frage erörtert werden, ist es zweckmäßig, über den derzeitigen Stand der „neurochemischen" Befunde in großen Zügen Rechenschaft abzulegen und durch begriffliche Abgrenzungen die Möglichkeit einer Verwirrung auszuschließen.

Die glänzenden Untersuchungen über humorale Übertragung der Nervenerregung am Nervenende, zwischen Nerv und Erfolgsorgan, die ausgehend von den grundlegenden Untersuchungen O. Löwis von CANNON, DALE, FELDBERG, LÖWI und ihren Schülern ausgeführt wurden[12], haben die Vorstellungen besonders in den letzten Jahren grundlegend beeinflußt. Unterscheidet man mit DALE cholinergische und adrenergische Fasern, so ist erwiesen worden, daß cholinergische Fasern den Erregungszustand auf das nächste Neuron oder das Erfolgsorgan durch Bildung von Acetylcholin, adrenergische Fasern dagegen durch Adrenalin übertragen. Acetylcholin und Adrenalin sind die chemischen Mittel, durch die der Erregungszustand an den histologischen Grenzen des Neurons auf die nächste histologische Struktur übertragen wird. Man bezeichnet diese Substanzen daher als „chemische Vermittler" der Nervenerregung. Ihre Bildung erfolgt dort, wo der Nerv aufhört, ihre Wirkung üben sie außerhalb der Membran aus, die das Innere des Nerven umschließt und unterscheiden sich dadurch grundsätzlich von den „Aktionssubstanzen" die bei Erregung im Inneren des Nerven entstehen, dem Aktionszustand zugeordnet sind und die chemische Grundlage des Aktionsstromes, der Aktionswärme und des Aktionsstoffwechsels bilden sollen. Die Trennung zwischen „chemischem Vermittler" der Nervenerregung und „Aktionssubstanz" schließt nicht aus, daß es sich trotzdem um nahe verwandte Stoffe handeln könnte und soll bis zur näheren Abklärung nur im Interesse leichter Verständigung erfolgen.

[8] A. v. MURALT, Erg. Physiol. **37**, 410 (1935).

[9] DEAN BURK, Proc. roy. Soc. Lond. B **140**, 153 (1929).

[10] v. MURALT, l. c.

[11] Der Erholungsvorgang des Nerven würde unter diesen optimalen Bedingungen mit einem *Brennstoffelement* vergleichbar sein, bei dem aus der Reaktion $C + O_2 = CO_2$ die maximale Nutzarbeit, d. h. die ganze freie Energie gewonnen werden kann. Die Trägheit der Reaktion des Kohlenstoffes bei gewöhnlicher Temperatur ist die größte Schwierigkeit bei der experimentellen Verwirklichung des Brennstoffelementes. Diese Trägheit ist gerade bei den sog. Oxydationsprozessen in der lebenden Substanz überwunden.

[12] Vgl. Z. M. BACQ, Erg. Physiol. **37**, 82 (1935). — H. DALE, Reizübertragung durch chemische Mittel im peripheren Nervensystem. Berlin 1935. — O. LÖWI, Die chemische Übertragung der Nervenwirkung. Stockholm 1937. — W. B. CANNON u. ROSENBLUETH, Autonomic neuro effector systems. New York 1938.

In Fig. 1 ist der Versuch unternommen, in ganz hypothetischer Form die Beziehung von Aktionssubstanz zu chemischem Vermittler zur Darstellung zu bringen. Um einigermaßen konkrete Grundlagen zu haben, wurde als Beispiel eine motorische Endplatte gewählt, wobei ähnliche Verhältnisse auch an den Synapsen in Ganglien angenommen werden. Im Zeitpunkt I läuft eine Erregungswelle über den Nerven weg, der als Kernleiter, bestehend aus Achsenzylinder und Markscheide, dargestellt ist. Die erregte Stelle, durch das Aktionspotential gekennzeichnet, reizt durch elektrotonische „Strömchen" benachbarte Abschnitte und pflanzt sich so rein physikalisch fort. Gleichzeitig sind aber im Nerven an der erregten Stelle „Aktionssubstanzen" entstanden, die die stoffliche und energetische Grundlage des Erregungsvorganges sind und durch

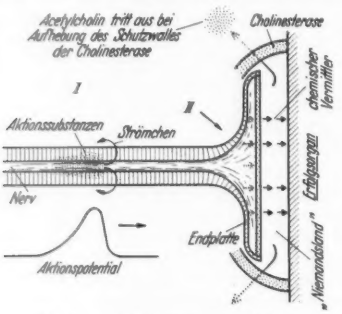


Fig. 1 (Erklärung im Text).

ihre Bildung den Anlaß zu der beobachteten elektrischen Negativität (Aktionspotential) gegeben haben. Kommt die Erregungswelle an der schematisierten Endplatte an (Zeitpunkt II), so werden jetzt durch die Wirkung der Aktionssubstanzen von Innen her in der Endmembran, oder in ihrer unmittelbaren Nachbarschaft die in inaktiver Vorstufe gelagerten chemischen Vermittler in Freiheit gesetzt. Diese überbrücken das „Niemandsland" und wirken auf das Erfolgsorgan, wobei für die betrachteten Verhältnisse über die Art der Wirkung (Depolarisation, dadurch Erleichterung des Übertrittes des elektrischen Impulses oder direkte neurochemische Wirkung) keine bestimmten Annahmen gemacht zu werden brauchen. Bei den schnellen Übertragungen, wie sie in den Synapsen der Ganglien oder an der motorischen Endplatte vorkommen, bereitet der äußerst kurze Zeitverlauf des Überspringens der Erregung und die getreue „Abbildung" (Fehlen von „repetitive discharge") für das Verständnis des Mechanismus der Wirkung chemischer Vermittler immer noch Schwierigkeiten. MARNAY und NACHMANSOHN[13] haben allerdings gezeigt, daß die Häufung von Cholinesterase an der motorischen Endplatte ausreicht, um das *gebildete* Acetylcholin in der Refraktärphase vollständig zu hydrolysieren. Die an den Stellen neurochemischer Übertragung gefundenen großen Cholinesterasemengen und ihre Veränderung während der Degeneration (NACHMANSOHN[14]; COUTEAUX und NACHMANSOHN[15]) und im Verlaufe der Entwicklung der Endplatten und Synapsen (NACHMANSOHN[16]) sind ein Anzeichen dafür, daß ein enger Zusammenhang zwischen der Anwesenheit der Cholinesterase und der neurochemischen Übertragung besteht. Und doch ist es schwer zu verstehen, in welcher Weise das Ferment wirken soll. Entweder darf die Hydrolyse durch das Ferment erst beginnen, wenn die ganze wirksame Menge des Acetylcholins schon gebildet ist und die Erregung übertragen hat, oder es muß die Bildungsgeschwindigkeit des Acetylcholins aus der inaktiven Vorstufe mehrfach größer sein als die Zerstörungsgeschwindigkeit durch das Ferment, oder es muß das Acetylcholin in einer esteraseunangreifbaren, aber wirksamen Form entstehen und erst nach ausgeübter Wirkung in die angreifbare Form übergehen, oder es muß die Wirkung des Fermentes zeitlich oder örtlich bestimmt sein. Wäre nicht irgendeiner dieser Mechanismen realisiert, so könnte gerade wegen der großen Fermentmengen überhaupt keine wirksame Menge an Acetylcholin im „Niemandsland" angehäuft werden, da es sofort bei der Bildung hydrolysiert würde. Die Besonderheiten der Eserinwirkung am Ganglion haben FELDBERG und VARTIAINEN[17] dazu geführt, der Cholinesterase eher die Funktion eines Schutzwalles gegen Diffusion des Acetylcholins nach außen zuzuschreiben, als eine direkte Wirkung bei der Beseitigung des Acetylcholins in der Refraktärzeit. Auch BROWN[18] und MACINTOSH[19] haben neuerdings die Möglichkeit diskutiert, daß der chemische Vermittler unter normalen Bedingungen direkt auf einem noch unbekannten Weg zurückgebildet wird, was manche Schwierigkeiten überbrücken könnte, die besonders durch das Fehlen einer Eserineinwirkung bei den raschen Prozessen entstanden sind.

Eine Möglichkeit einer derartigen Rückbildung des chemischen Vermittlers geht z. B. aus den Versuchen von MANN, TENNEBAUM und QUASTEL[20] hervor, die die aerobe Synthese einer Acetylcholinvorstufe durch Gehirngewebe zeigen konnten. Andere Anhaltspunkte ergeben sich aus den Versuchen von LÖWI[21], der eine esteraseunangreifbare Form einer Acetylcholinvorstufe aus dem ZNS. gewinnen konnte.

[13] A. MARNAY u. D. NACHMANSOHN, C. r. Soc. Biol. Paris **124**, 942 (1937) — J. of Physiol. **92**, 37 (1938).

[14] D. NACHMANSOHN, C. r. Soc. Biol. Paris **128**, 599 (1938).

[15] R. COUTEAUX u. D. NACHMANSOHN, Nature (Lond.) **142**, 481 (1938).

[16] D. NACHMANSOHN, C. r. Soc. Biol. Paris **127**, 670 (1938) — J. of Physiol. **93**, 2 (1938); **95**, 29 (1939).

[17] W. FELDBERG u. A. VARTIAINEN, J. of Physiol. **83**, 103 (1934).

[18] G. L. BROWN, Kongr.-Ber. Int. Physiol. Zürich 1938.

[19] F. C. MACINTOSH, J. of Physiol. **94**, 155 (1938).

[20] P. J. G. MANN, M. TENNEBAUM u. J. H. QUASTEL, Biochemic. J. **32**, 243 (1938).

[21] O. LÖWI, R. HAGEN, H. KOHN u. G. SINGER, Pflügers Arch. **239**, 430 (1938).

Es ist denkbar und wird auch von MACINTOSH (l. c.) diskutiert, daß der Nachweis von Acetylcholin in Durchströmungsflüssigkeiten oder im Blut, ebenso wie auch das Nichtgelingen des Nachweises (LORENTE DE NÓ[22], FLEISCH[23]) davon abhängt, ob durch mangelhafte Oxydation oder Veränderung der Permeabilitätsverhältnisse im Versuch so weit abnormale Bedingungen geschaffen werden, daß der chemische Vermittler nicht mehr in normaler Weise nach der Bildung zurückgebildet und bei blockierter Esterase auch nicht durch Hydrolyse zerstört wird. Unter solchen Bedingungen kann er nach außen treten und wird dann festgestellt. Aus diesem Grunde ist der Cholinesterase in Fig. 1 mehr die Rolle eines Sicherheitsfaktors gegeben, indem sie als „Schutzwall" die Diffusion des chemischen Vermittlers nach außen verhindert.

Bisher wurde die im Titel aufgeworfene Frage, ob im Zusammenhang mit dem Aktionszustand im Nerven *„Aktionssubstanzen"* bekannt geworden sind, noch gar nicht berührt. Die in Fig. 1 dargestellte Auffassung läßt aber vermuten, daß als Aktionssubstanzen im Nerven ähnliche Stoffe zu erwarten sind, wie sie für die Übertragung entdeckt wurden. Ein wesentlicher Unterschied sei aber gleich hervorgehoben. Die chemischen Vermittler entstehen außerhalb des Neurons, können durch Eserinwirkung angehäuft werden und unter besonderen Versuchsbedingungen sogar in eine Durchströmungsflüssigkeit diffundieren. Die Aktionssubstanzen entstehen innerhalb des Neurons, werden in der Refraktärzeit wieder zurückgebildet und können nur unter ganz extrem abnormalen Bedingungen nach außen diffundieren. Der vollkommenen elektrischen Isolation des leitenden Elementes wird eine ebenso vollkommene chemische Isolation parallel gesetzt. (Der negative Befund von FELDBERG und VARTIAINEN, die gezeigt haben, daß durchlaufende Fasern in Ganglien kein Acetylcholin nach außen abgeben, stützt diese Annahme.) Unter diesem Gesichtspunkt erhält die Synapse und die motorische Endplatte eine besondere Bedeutung. In ihnen wird das Prinzip der vollkommenen elektrischen und chemischen Isolation zugunsten einer gerichteten Übertragung durchbrochen. Das, was durch die Isolation im Leitungsteil auf das Innere beschränkt blieb, wird an dieser ausgezeichneten Stelle nach außen gerichtet und als chemischer Vermittler oder überspringendes Aktionspotential meßbar. Zwischen Aktionssubstanz und chemischem Vermittler müssen, wenn diese Annahme stimmt, enge Beziehungen bestehen.

CALABRO[24] und später BERGAMI[25] haben gefunden, daß aus dem Leitungsteil eines erregten Nerven in eine umgebende Badeflüssigkeit (besonders wenn diese hypotonisch ist) ein Stoff herausdiffundiert, der acetylcholinähnlich ist. BERGAMI fand, daß dieser Stoff in seiner Wirksamkeit durch Glukose vermindert wird, und daß er aus dem Nerven immer dann in die Badeflüssigkeit übertritt, wenn der Nerv Erregungswellen (künstlichen oder natürlichen Ursprunges) leitet. Eine Zunahme der Wirksamkeit der gewonnenen Flüssigkeiten mit der Zeit wird durch das Verschwinden einer vom Nerven gebildeten Antisubstanz, die rascher als die acetylcholinähnliche Substanz zerstört wird, erklärt. BINET und MINZ[26] haben in ähnlichen Versuchen eine Substanz erhalten, die den Blutegel für Acetylcholin sensibilisiert und im Zusammenhang mit der Nervenerregung aus dem Leitungsteil des Nerven austritt. GADDUM, KHAYAL und RYDIN[27] konnten sich nicht vom Auftreten derartiger Stoffe überzeugen und glauben, daß sie durch künstliche Reizung und andere Faktoren unphysiologischer Art entstehen.

In Versuchen, die vor 2 Jahren zusammen mit meinen Mitarbeitern in Bern begonnen wurden, haben wir uns auch die Frage vorgelegt, ob es nicht gelingt, Aktionssubstanzen oder Aktionszustände im peripheren Nerven zu fixieren und zu untersuchen. Grundlegend für die Versuchstechnik war die Überlegung, daß den zeitlichen Verhältnissen und den bisher aus den elektrischen Erscheinungen gewonnenen Erfahrungen Rechnung zu tragen sei. Eine Aktionssubstanz kann, wenn sie überhaupt diese Bezeichnung zu Recht trägt, nur während des Aktionszustandes im Nerv an der erregten Stelle existieren. Der Aktionszustand dauert höchstens eine oder einige tausendstel Sekunden; nach dieser Zeit ist auch die Aktionssubstanz verschwunden. Es gilt also den Stoff in der kurzen Zeit seines Bestehens abzufangen. In der Muskelchemie hat sich bei ähnlich gelagerten Problemen die Fixierung mit flüssiger Luft als besonders geeignet erwiesen. Der labile Zustand wird fixiert und kann durch Zerpulvern und Zerstörung der histologischen Struktur im fixierten Zustand in einen relativ stabilen Zustand übergeführt werden. Auch wenn nachträglich die Temperatur über 0° gebracht wird, laufen nach Zerstörung der Struktur alle rückläufigen Vorgänge so langsam ab, daß für die Untersuchung Zeit gewonnen wird. Wir haben dieses Verfahren auf den Nerven angewandt und durch eine besondere Methodik (Einschießen der Nerven, bei gleichzeitiger Reizung, in flüssige Luft mit Geschwindigkeiten von etwa 1 m/sec, Anstauung der Erregungswellen auf dem Nerv, Zerpulvern und Extrahieren, Vergleich zwischen je einem gereizten und einem ungereizten Nerv) eine gewisse Anreicherung der Erregungswellen auf dem Nerv erreichen können. Im Extrakt des erregten Nerven ist eine größere Menge einer acetylcholinähnlichen,

[22] R. LORENTE DE NÓ, Amer. J. Physiol. **121**, 331 (1938).

[23] A. FLEISCH, Verh. Schweiz. Physiol. II. Tagung 1937.

[24] Q. CALABRO, Riv. Biol. **15**, 299 (1933); **22**, 1 (1937).

[25] BERGAMI, Boll. Soc. ital. Biol. sper. **11**, 275 (1936) — Arch. Ist. biochim. ital. **8**, 3 (1936) — Fisiol. Z. **24**, 56 (1938).

[26] L. BINET u. B. MINZ, Arch. int. Physiol. **42**, 281 (1936).

[27] J. H. GADDUM, M. A. KHAYAL u. H. RYDIN, J. of Physiol. **89**, 9 (1937).

sauerstoffempfindlichen Substanz nachzuweisen[28]. Außerdem zeigen Extrakte, die unter streng vergleichbaren Bedingungen von je einem rechten gereizten und linken ungereizten Nerven hergestellt werden, Unterschiede in der Oberflächenspannung gegen Paraffin, in der Schaumbildung und Schaumdauer. Die Substanzen, die in den Extrakten diese Wirkungen hervorbringen, werden von uns als Aktionssubstanzen angesehen.

Das Auftreten einer acetylcholinähnlich wirkenden Aktionssubstanz ist besonders in einem Zusammenhang interessant. J. HAUSSER[29] konnte zeigen, daß Lecithin und Sphingomyelin in Lösung ein Gebiet elektrischer anomaler Dispersion bei 4 m Wellenlänge besitzen und daß außerdem die Dielektrizitätskonstante dieser Lösungen keinerlei Viskositätsabhängigkeit besitzt. HAUSSER schließt daraus, daß es nicht die Reibungskräfte zwischen Lipoidmolekel und Lösungsmittel sein können, die das Gebiet anomaler Dispersion verursachen, sondern daß es sich um Eigenschwingungen handelt, verursacht durch das Pendeln eines stark polaren Armes im Lipoidmolekül. Dieser Arm kann nur die Cholinphosphorsäure mit ihrem starken Dipolcharakter sein, die dadurch eine ganz besondere elektrische Eigenschaft des Lipoides bestimmt.

Nachdem aus den röntgenographischen und polarisationsoptischen Studien (vgl. W. J. SCHMIDT[30] und F. O. SCHMITT[31]) der hohe Grad der Organisation der Nervenlipoide in radial auf den Achsenzylinder orientierter Ausrichtung erwiesen ist, ist auch eine besondere Orientierung der elektrisch so besonders ausgezeichneten Cholinarme im Molekül anzunehmen. Wenn unter diesem Gesichtspunkt das Auftreten einer acetylcholinähnlichen Aktionssubstanz im Zusammenhang mit der Erregung betrachtet wird, so ist es möglich, daß gerade diese Cholinarme in der Lipoidstruktur durch ein „Umklappen", eine Ablösung oder einen ähnlichen Vorgang dazu den Anlaß geben. Berücksichtigt man ihre Dipolnatur und ihre elektrische Ausnahmestellung im Molekül, so ist es sogar nicht unwahrscheinlich, daß ein solches „Umklappen" nicht nur zur Entstehung einer Aktionssubstanz, sondern auch zu starken elektrischen Änderungen in der durch die Lipoide getrennten Doppelschicht, d. h. also zu einem Aktionsstrom den Anlaß gibt.

Merkwürdige Unterschiede zwischen unseren Versuchen im Sommer und Winter und regelmäßig auftretende Abweichungen bei Veränderung der Reihenfolge der Versuche haben den Anhaltspunkt dafür gegeben, daß noch eine zweite Aktionssubstanz in den Extrakten auftreten muß. MINZ[32] ist es vor uns gelungen, die Erklärung für diese Erscheinungen und gleichzeitig auch die Erklärung seiner mit BINET zuvor gemachten Beobachtungen aufzufinden. Er konnte zeigen, daß gereizte Nerven in die umgebende Flüssigkeit Vitamin B_1, *Aneurin*, abgeben. Das Aneurin übt eine sensibilisierende Wirkung auf die Blutegel aus, und diese sensibilisierende Wirkung war es, die mit BINET zusammen von ihm schon beobachtet wurde, die BERGAMI vermutlich zur Annahme einer Antisubstanz geführt hat und die auch in unseren Versuchen die Unregelmäßigkeiten verursachte. Das Aneurin muß also ebenfalls als Aktionssubstanz betrachtet werden, die bei der Erregung aus einer starken Bindung frei wird und so in Badeflüssigkeiten und Extrakten nachgewiesen werden kann.

Die schönen Untersuchungen von PETERS[33] und seinen Mitarbeitern (Catatorulin-Effekt) haben in Verbindung mit der Entdeckung von LOHMANN[34] (Cocarboxylase) gezeigt, in welcher Weise das Aneurin in den Stoffwechsel nervöser Zentralorgane eingreifen kann. Durch den Befund von MINZ wird es zu den Erregungsvorgängen im peripheren Nerven in Beziehung gebracht. Damit ist aber eine erste, wenn auch schwache Brücke zwischen Stoffwechsel (d. i. Restitution) und Erregungsvorgang (d. i. Zusammenbruch) geschlagen. Die enge Verknüpfung zwischen Erholungsvorgängen und Tätigkeitsprozessen, die uns von der Muskelchemie her bekannt ist, beginnt sich auch beim Nerven abzuzeichnen.

Durch diese neuen Befunde werden alte mikrochemische Versuche von BETHE[35] wieder aktuell. BETHE hat indirekt im Nerven zwei antagonistische Substanzen feststellen können, die er „Fibrillensäure" und „Nisslsäure" nannte. Für die „Fibrillensäure" konnte er zeigen, daß sie färberisch an der Anode bei Gleichstromdurchströmung eines Nerven nicht nachzuweisen war (Stelle verminderter Erregbarkeit), daß sie aber an der Kathode vermehrt auftrat (Stelle vermehrter Erregbarkeit). Bezüglich der Löslichkeit, Sauerstoffempfindlichkeit und anderer Beobachtungen erscheinen die BETHEschen Versuche im Lichte der neu aufgefundenen Aktionssubstanzen wieder sehr interessant, wenn auch eindeutig faßbare Beziehungen zur Zeit nicht aufgestellt werden können.

Die letzten Jahre standen im Zeichen der Reindarstellung der Vitamine. Die Physiologie hat ein großes Forschungsgebiet an die organische Chemie abgetreten, die mit meisterhaften Methoden die Probleme zu lösen verstand. Jetzt liegen die meisten Vitamine in kristalliner Form und mit völlig aufgeklärter Konstitution vor. Die Chemie gibt der Physiologie den gereinigten Stoff und damit ein hervorragendes Untersuchungs- und Vergleichsobjekt zurück. Die Wirkung und vor allem die Wirkungsweise dieser Stoffe kann jetzt von neuen Grundlagen aus angegangen werden.

[28] A. v. MURALT, Proc. roy. Soc. Lond. **123**, 399 (1937).
[29] J. HAUSSER, Sitzgsber. Heidelberg. Akad. Wiss., Math.-naturwiss. Kl. **6** (1935).
[30] W. J. SCHMIDT, Z. Mikrosk. **54**, 159 (1937).
[31] F. O. SCHMITT, Cold Spring Harbor Symp. **4**, 7 (1936).
[32] B. MINZ, C. r. Soc. Biol. Paris **127**, 1251 (1938) — Presse méd. **1938**, 76, 1406.
[33] R. A. PETERS, Biochemic. J. **30**, 2206 (1936).
[34] K. LOHMANN u. SCHUSTER, Naturwiss. **25**, 26 (1937).
[35] A. BETHE, Allgemeine Anatomie und Physiologie des Nervensystems. Leipzig 1903.

Grundsätzliches zum Problem der Haustierwerdung.

Von E. WERTH, Berlin-Dahlem.

Nur zu oft wird ***Zähmung*** mit Domestikation verwechselt oder doch das Wesen der Domestikation ganz vorwiegend in der Zähmung eines Tieres gesucht. Ganz abgesehen davon, daß Tierzähmung sich immer nur auf ein Einzelindividuum beziehen kann und ihr Ergebnis sich nicht vererbt, sind Haustiere zunächst Tiere, die Generationen hindurch in der — wenn auch oft nur sehr lockeren — Obhut des Menschen aufwachsen und von diesem irgendwie (im einfachsten, ursprünglichen Falle als Nahrung) genutzt werden. Ob zahm oder nicht zahm, ist dabei gleichgültig. Oft ergibt sich ein Zahmwerden der Tiere bei der Domestikation — durch die gegenüber der freien Wildbahn veränderte Umwelt — von selbst; es ist aber weder das Ziel noch die Voraussetzung der Domestikation. Der Imker schützt sich durch Gazeschleier und Räucherpfeife vor seinen „zahmen" Bienen; und vom „Seidenwurm" wird auch wohl niemand behaupten wollen, daß er gezähmt sei. Aber auch bei größeren, höher entwickelten Tieren geht die Haustierwerdung nicht immer mit einer Zähmung einher. Der Lappe muß zum Melken seine Renntierkühe mit dem Lasso einzeln aus der Herde herausfangen und mit roher Gewalt an sich heranziehen, wo sie dann eiligst in ein paar Minuten von der Lappin abgemolken werden. Noch schwieriger gestaltet sich die Prozedur des Anspannens an den Schlitten bei den kräftigeren Ren-„Ochsen"; sie sieht gar nicht selten einem dramatischen Kampf zwischen Mensch und dem sich mit dem Geweih wie den scharfen Vorderhufen energisch wehrenden Tiere gleich. Die unverhoffte Begegnung mit einer Renntierherde in der nordischen Tundra ergibt für den Beobachter kein anderes Bild, als die mit einem Rudel Gazellen oder einer Horde der großen grauen Paviane in der ostafrikanischen Steppe; nur bemerkt er dabei an den letzteren jedenfalls weit weniger Äußerungen eines „Fluchtinstinktes" als bei den „zahmen" Renntieren.

Ist so Zähmung und Domestikation eines Tieres keineswegs als gleich zu setzen, so müssen wir andererseits betonen, daß über Veranlassung wie Ausführungsart bei der Erwerbung der ältesten Haustiere einstweilen gar nichts Bestimmtes ausgesagt werden kann. Alle bisherigen Lösungsversuche der Frage der (unmittelbaren) Haustierwerdung sind rein spekulativer Art. Sie gehen aus von bestimmten Vorstellungen, zu denen man auf Grund ethnographischer oder prähistorischer Beobachtungen oder auch an Hand tierpsychologischer Momente gelangt ist. Sollen sie in ihren Ergebnissen aber der Wirklichkeit möglichst nahe kommen, so wird man an bestimmten wichtigen Erkenntnissen zur ältesten Geschichte der Haustiere nicht vorüber gehen können und grundsätzlich nur im Rahmen dieser eine Lösung versuchen dürfen. Von solchen Erkenntnissen und Feststellungen soll im folgenden kurz die Rede sein.

Wenn es so wäre, wie angenommen wird, daß eine Haustierwerdung immer da erfolgte, wo eine im Umgang mit Tieren „glückliche Hand" mit einem geeigneten Tier zusammentraf, so möchten wir heute wohl eine sehr große Zahl von Haustieren und sehr viele Entstehungsherde von solchen haben. Das Gegenteil ist der Fall. So beschränkt sich die ganze ältere Phase der Haustierwerdung, die Hackbauphase (s. unten), auf ganz wenige Formen, die nur zwei Entstehungszentren entspringen. Das ist gewiß recht auffallend, wenn wir bedenken, daß die ***Hackbaukultur*** sich in einem breiten, die ganzen Tropen und — vor der Okkupation durch die weiße Rasse — die südliche gemäßigte Zone umfassenden Gürtel rings um die Erde spannt[1]. Aber noch mehr: Wie jeder weiß, gehören die meisten unserer Haustiere zu den Huftieren. Kein anderes Gebiet der Erde kann sich jedoch in der Zahl seiner wilden Huftierarten nur entfernt mit Neger-Afrika (südlich der Sahara) messen; dennoch ist kein einziges der Wildtiere dieses Gebietes, in dem die afrikanische Hackbaukultur sich ausbreitet, in den Haustierstand genommen worden. Was die Hackbauneger an Haustieren haben (Ziege, Hund, Huhn), stammt von Südasien, eben daher auch das in einer späteren Phase domestizierte äthiopische Buckelrind. Die wenigen in Afrika aus Wildtieren entstandenen Haustiere (Esel, Katze, Perlhuhn) gehören kulturell wie geographisch der jüngeren Phase des Pflugbaukulturkreises an.

Es ist möglich, daß gewisse Ansammlungen von Bärenschädeln (Ursus spelaeus) in paläolithischen Schichten einiger Höhlen der Schweiz und Österreichs als der Ausdruck eines ***„Bärenkultes"*** bei den betreffenden Menschen zu deuten sind, analog dem Bärenkult etwa der heutigen Ainus. Etwas Sicheres können wir jedoch darüber nicht aussagen. Auch ist dieser Bärenkult heute nicht auf die Ainus beschränkt, sondern über einen Teil des nördlichen Europa und das ganze nördliche Asien und einen großen Teil Nordamerikas verbreitet. Aber gerade diese weltenweite Verbreitung, zusammen mit der Tatsache, daß faktisch nirgends in der Welt eine Bärenart domestiziert worden ist, beweist uns, daß wir auch in jenem paläolithischen „Bärenkult" nicht etwa Anfänge einer Haustierwerdung sehen dürfen. Es ist vielmehr eine grundlegende und in ihrer Tragweite nicht zu unterschätzende Erkenntnis, daß das altsteinzeitliche ***Jägertum*** keinerlei Haustiere kennt — auch nicht den Hund!

Erst in der ***Mittelsteinzeit*** (Mesolithikum) treten die ***ersten Haustiere*** auf[2], und zwar zusammen mit den ersten Spuren von Pflanzenbau, ferner mit Töpferei und den ersten wirklichen Beiltypen —

[1] E. WERTH, Die Landbaugebiete der Erde. Ber. dtsch. bot. Ges. **48**, 504ff. (1930).

[2] E. WERTH, Zur Klimatologie, Pflanzengeographie und Geschichte des europäischen Ackerbaues. Ber. dtsch. bot. Ges. **47**, 34ff. (1929).

beides Dinge, die auch heute auf der Erde überall mit dem Landbau einhergehen, Jägervölkern aber von sich aus fremd sind.

Wenn sich nun auch für unser Gebiet, in Europa, immer klarer herausstellt, daß der Landbau hier ganz augenscheinlich von Anfang an in der Form des *Pflugbaues* Eingang gefunden hat[1], so zeigt doch die ganze Form dieser Landbaukultur unzweideutig, daß sein Pflugbau sich — irgendwo außerhalb Europas — erst aus einer Hackbaugrundlage heraus entwickelt hat. Das beweisen vor allem z. B. die Schäftungsarten, die überhaupt eine besondere Bedeutung als Indikatoren für eine bestimmte Kulturzugehörigkeit besitzen, weil sie an alltäglichen Gegenständen vorkommen, die leicht auch bei spärlichen Funden erwartet werden dürfen. In den mesolithischen und neolithischen Kulturen finden wir nämlich Schäftungsarten von Hacke, Beil, Hammer usw. genau in den Formen, wie sie uns heute in den tropischen sog. Hackbauländern (Hack- und Grabstockbau) bekannt sind. Unter ihnen ist die wichtigste die sog. Dornschäftung, bei welcher die am Nackenende verjüngte Klinge in ein Loch des mehr oder weniger keulenartig verdickten Endes des Schaftes (Stieles) hineingetrieben wird. Daneben erscheinen aber bereits in der Mittelsteinzeit Beil- oder Hackenklingen, die — umgekehrt wie bei der Dornschäftung — selbst gelocht sind und den Stiel in sich aufnehmen; es ist das die sog. Lochschäftung. Diese Lochschäftung ist typisch für den ganzen Pflugbaukulturkreis — die Hackbaukulturen kennen sie nicht — und hat in der Folgezeit die anderen Schäftungsarten aus diesem Kulturkreise so gut wie vollständig verdrängt, so daß wir sie heute vergeblich hier suchen. Und so beweist uns ihre Anwesenheit in den Anfangsstadien der Pflugkultur neben vielem anderen, daß diese sich auf der Grundlage einer ihr vorhergehenden Hackbaukultur entwickelt hat.

Wir gewinnen damit eine feste chronologische Reihenfolge der wichtigsten Wirtschaftsstufen der Menschheit in der Form: Jägertum — Hackbau — Pflugbau (dieser mit dem klimatisch — nicht zeitlich — bedingten Appendix des Hirtennomadentums).

Die Sicherheit dieser chronologischen Reihe gestattet uns nun, auch über die prähistorischen Erkenntnisse hinaus aus der lebendigen Fülle der Erscheinungen des Völkerlebens der genannten, heute bekanntlich nebeneinander auf dem Erdball wohnenden Wirtschaftsstufen sehr wichtige Schlüsse auch auf die *Geschichte der Haustiere* zu ziehen. Allerdings dürfen wir dabei die für alle ethnographischen Untersuchungen nötige Kritik nicht außer acht lassen und wohl unterscheiden zwischen dem, was einer bestimmten Kultur von sich aus zukommt, und dem, was — auf Grund einer sorgfältigen Formenanalyse — für sie als Lehngut aus Nachbarkulturen angesprochen werden muß. So ergibt sich:

1. Die Wirtschaftsstufe des *Jägertums* (Jäger und Sammler) als frei von Haustieren. Uns Europäern ist das Bild des Jagdhundes zu geläufig, als daß wir uns wundern könnten, wenn ältere Reisende auch dem „Wilden" auf der Stufe des Jägertums immer wieder den Hund als Jagdgehilfen zugesellen. Aber nirgends finden wir irgendwelche klaren und bestimmten Angaben über die Art der Verwendung des Hundes zur Jagd, noch auch teilen uns die eigenen bildlichen Schilderungen ihrer Jagdmethoden, wie wir sie z. B. von Buschleuten, Australiern und Eskimos kennen, so wenig wie die Höhenbilder der paläolithischen europäischen Jäger, darüber etwas mit. Und Reisende der jüngsten Zeit heben auch bei verschiedenen Jägerstämmen ausdrücklich hervor, daß jene den Hund nicht kennen oder erst nachträglich von benachbarten Völkern höherer Wirtschaftsstufe übernommen, aber ihn auch dann meist noch nicht in ihre eigene Wirtschaft — etwa als Jagdgehilfen — eingegliedert haben. So ist es z. B. bei den Buschleuten, den Weddas, den Australiern (trotz des vielbesprochenen Dingo!) und den Jägerstämmen Amerikas. Bekannt ist der Hund der Eskimos und der als *Paläasiaten* (inkl. Ainu) zusammengefaßten nordostasiatischen Jägervölker. Aber auch bei ihnen ist der Hund nicht — etwa als Jagdgehilfe — in die ihnen ureigene Wirtschaft eingegliedert, sondern er ist im wesentlichen Transporttier, Schlittenhund. Und als solcher zeigt er deutlich, daß er, zusammen mit dem Schlitten, von den im Süden anstoßenden Hochkulturen (des Pflugbaukulturkreises) übernommen worden ist. Nur der Pflugbaukulturkreis kennt sonst Zugtiere wie Zuggeräte (Wagen, Schlitten, Pflug, Egge, Dreschschlitten); selbst der Hackbaukultur sind diese Dinge gänzlich unbekannt.

2. Diese *Grabstock- und Hackbaukultur* ist nicht nur die älteste Landbaukultur, sondern auch die *älteste Viehzüchterkultur*. Bei ihr müssen wir auch daher die ältesten Formen des Verhältnisses zwischen Mensch und Haustier suchen, falls sie überhaupt noch vorhanden sind. Und in der Tat unterscheidet sich die Viehhaltung der Hackbauern in ganz wesentlichen Stücken von der der Pflugbauern. Einmal ist es nur „Kleinvieh" (Ziege, Schwein, Hund, Huhn), das wir bei den Hackbauern antreffen, also Tiere, die verhältnismäßig leicht in die Gewalt des Menschen zu bringen und in ihr zu halten waren; zweitens aber ist das Verhältnis zwischen Mensch und Haustier sehr locker. Fast stets müssen die Tiere sich ihr Futter selbst suchen, ganz davon zu schweigen, daß der Hackbauer etwa so etwas kennt, was wir Futterbau nennen. Ställe in unserem Sinne kennt man nicht, die Gelasse, in welche die Tiere, soweit sie nicht mit in die Hütte genommen werden, nachts gesperrt werden, haben nur den Sinn eines Schutzes des menschlichen Eigentums vor den großen Raubtieren. Und drittens tritt dem Hackbauer die Be-

[1] E. WERTH u. M. KLEMM, Der älteste Pflug der Welt. Dtsch. landw. Presse 61, 401f. (1934). — E. WERTH, Das Alter des Pflanzenbaues in Mittel- und Nordeuropa. Ber. dtsch. bot. Ges. 54, 1ff. (1936).

nutzung seines Haustieres zu irgendeiner Arbeitsleistung gänzlich unbekannt. Das gilt auch für den Hund, der wie die anderen genannten Haustiere nur Fleischlieferant ist und der auch bei dem Hackbauern nicht als Jagdgehilfe verwendet wird. Schon allein deshalb kommt die Vorstellung des Jagdhundes bei den reinen Jägervölkern als eine ihrer Kultur ureigene Erwerbung auf einen schlimmen Anachronismus hinaus.

3. Die Stufe des *Pflugbaues* endlich zeigt die uns geläufige Art der Viehhaltung, wobei die Arbeitsleistung verschiedener Arten eine ganz hervorragende Rolle spielt. Im Zusammenhang damit steht die Erfindung verschiedener Transportgeräte (s. oben) wie schwerer Ackerwerkzeuge, die ohne die Zuhilfenahme der tierischen Muskelkraft uns nicht gebrauchsfähig erscheinen, ferner ohne Zweifel auch die Heranziehung der stärksten und größten Säugetiere zu Haustieren. Natürlich tritt bei dieser Art der Tierhaltung und Verwendung der Mensch im allgemeinen in ein viel engeres Verhältnis zu seinem Haustier, als es auf der Hackbaustufe der Fall ist.

Um zum Schluß noch auf ein paar Tiere besonders einzugehen, so wird dem *Hund* gewöhnlich eine Sonderstellung unter den Haustieren eingeräumt, indem seine Domestikation nicht nur in eine besondere, älteste Zeitphase verlegt wird, sondern indem ihm auch schon hier eine Arbeitsleistung (als Jagdgehilfe) zugetraut wird, wie wir so etwas sonst überhaupt erst in der letzten Phase der Haustierchronologie, der Phase des Pflugbaues, kennen (s. oben). Für beide Vorstellungen lassen sich jedoch keine realen Unterlagen erbringen. Wir haben schon gesehen, daß dem paläolithischen Jäger Europas der Hund fehlt. Erst im folgenden Mesolithikum (Mittelsteinzeit) tritt er uns entgegen. In dieser Zeit- und Kulturphase begegnen wir aber auch (wie weiter vorn schon gezeigt wurde) einer Reihe anderer Kulturgüter, die überall auf der Erde mit der Wirtschaftsform des Landbaues einhergehen. Dazu gehören auch Wirtschaftstiere aus der Klasse der Paarhufer. Ich kann solche aus der Mittelsteinzeit von folgenden Gebieten anführen — bin mir aber dabei bewußt, daß ich gewiß nicht alle in der Literatur vorhandenen diesbezüglichen Angaben ausgeschöpft habe: *Italien:* Rivole (Prov. Verona, Oberitalien), Rind[1]. *Frankreich:* Niederprovence (mehrere Campignien-Stationen), Rind (?), Schaf, Ziege[2]; Campigny (Seine inférieure), Rind (?) (s. auch OBERMEIER[3], S. 458 und 474)[1]. *Belgien:* Mehrere Höhlen der Gegend von Dinant (a. d. Maas), Rind und Ziege[3]. *Großbritannien:* Oban (Westschottland), Rind[3]; England allgemein, Ziege[4] (S. 475). *Holland:* bei Mastricht (a. d. Maas), Rind und Ziege[5]. *Deutschland:* Glückstadt (Niederelbe) und Hohenzahden (bei Stettin), beidemal Rind[6]; *Ellerbeck:* (bei Kiel), Rind[7]; *Näselow:* (auf Rügen), Rind[8]. *Dänemark:* Blocksbjerg (bei Kopenhagen), Schaf oder Ziege und Rind[9]; Braband-Sø (bei Aarhus, Jütland), Rind[10]. *Schweden:* Linhamn (bei Malmö in Schonen), Schaf[11].

Daß man einige dieser Funde hat anzweifeln wollen, ist mir bekannt, ebenso, daß es nur der herrschenden Lehrmeinung wegen und mit wenig Erfolg geschehen ist. Jedenfalls treffen die vorgebrachten Bedenken genau so gut den Hund dieser Altersstufe. Andererseits ist das Mesolithikum nunmehr in der Form des „*Campignien*" klar und deutlich als Landbaukultur erkannt worden[12]. Und die älteren Angaben von mesolithischen Haustierfunden konnten durch neuere Untersuchungen bestätigt werden (s. Fußnoten [6] u. [8]). Der Fundort *Oban* in Schottland wird gern als Beweis für ein besonders hohes Alter des Hundes (sog. Azylien!) herangezogen, aber man verschweigt dabei, daß mit den charakteristischen Azylien-Harpunen in derselben Schicht — die übrigens auch geologisch-stratigraphisch gut erfaßbar ist — neben den Resten des Haushundes auch solche des *Bos longifrons Owen* (= Bos brachyceros Rütim), also eines Hausrindes, gefunden worden sind. Auch abgesehen davon wird man, trotz des nachweisbar

[1] L. PIGORINI, Continuazione della civiltà paleolitica nell' età neolitica. Bull. paletn. ital. **28**, 158 (1902).

[2] E. FOURNIER, in Rev. Ecole d'Antrop. **9**, 405 (1899); zit. nach M. HOERNES, Der diluviale Mensch in Europa. S. 85 ff. Braunschweig 1903. – E. FOURNIER et J. REPELIN, Recherches sur le préhistorique de la Basse-Provence. Annales de la Faculté des sciences de Marseille, Tom XI, Fascicule IX, S. 1 ff. Paris 1901.

[3] H. OBERMAIER, Der Mensch der Vorzeit. Berlin-München-Wien 1911/12.

[4] P. SALMON, D'AULT DU MESNIL, L. CAPITAN, Le Campignien, fouille d'un fond de Cabane au Campigny. Com. de Blangy sur Bresle, Seine Inferieure. Rev. mens. **8**, 365 (1898).

[5] M. E. DUPONT, L'homme pendant les ages de la pierre dans les environs de Dinant-sur-Meuse. Brüssel 1873.

[6] G. ANDERSON, Notice of a cave recently discovered at Oban. Proc. Soc. Antiquaries of Scotland **1894/95**, 211.

[7] Siehe Fußnote 3 auf nebenstehender Spalte.

[8] R. FORRER, Urgeschichte des Europäers. Stuttgart 1908. S. 130.

[9] E. WERTH u. J. BAAS, Wie alt sind Viehzucht und Getreidebau in Deutschland? Natur u. Volk **64**, 495 ff. (1934).

[10] J. MESTORF u. C. A. WEBER, Wohnstätten der älteren neolithischen Periode in der Kieler Förde. 43. Bericht des Museums vaterländischer Altertümer. Kiel 1904.

[11] Noch unveröffentlichte Untersuchungen des Verfassers.

[12] E. WESTERBY, Stenalderbopladser ved Klampenborg, nogle Bidrag til Studiet of den mesolitiske Periode. Kopenhagen 1927.

[13] TH. THOMSEN og A. JESSEN, Braband-Fundet fra den aeldre Stenalder. Aarbøger for nordisk Oldkyndighed og Historie, II. Raekke, 21. Bind, S. 1 ff. 1906.

[14] K. KJELLMAK, En stenalders boplats i Järavallen vid Limhamn. Antiquar. Tidskrift för Sverige **17**, Nr 3, 1 ff. Stockholm 1905. — R. FORRER, a. a. O. S. 138.

[15] E. WERTH, Das Alter des Pflanzenbaues in Mittel- und Nordeuropa. Ber. dtsch. bot. Ges. **54**, 1 ff. (1936).

hohen Alters des Hundes bei uns, seine erste Domestikation dennoch nicht gut irgendwo in Nordeuropa ansetzen können. Das verbietet meines Erachtens, nach dem, was hiervor auseinandergesetzt wurde, die allgemeine Verbreitung des Hundes schon in den tropischen Hackbaukulturen.

Bei der Frage nach dem Gebiete der ersten Züchtung des *Pferdes* wird man folgende Tatsachen nicht außer acht lassen dürfen. In Nordosteuropa, also im Gebiete der heutigen Großrussen, hatten wir in der Jüngeren Steinzeit die Kultur der sog. „Kamm- und Grübchen-Keramik", die, zur großen *Eurasiatischen Jägerkultur* gerechnet, damals noch außerhalb der Landbaukulturen Europas lag, die sich westlich und südlich davon (heutige Ukraine u. a.) ausdehnte. Dies Gebiet der jungsteinzeitlichen Kamm- und Grübchenkeramik nun deckt sich so sehr mit dem (heutigen) Areal des *Russischen Pfluges* („Zoche"), daß ein Zusammenhang beider nicht gut von der Hand zu weisen ist. Außerdem umfaßt dasselbe Areal das Hauptgebiet der *Roggen*kultur. Der Roggen aber erscheint zuerst ganz spärlich in der Bronzezeit in Mitteleuropa; und die zeitliche Folge der prä- und frühhistorischen Funde desselben weisen eindeutig auf eine Ausbreitung seiner Kultur von einem nordosteuropäischen Zentrum aus hin. Wir müssen uns also wohl vorstellen, daß die Kamm- und Grübchenkeramiker alsbald mit Beginn der Bronzezeit den Landbau mit Zochenpflug und Roggenbau aufgenommen haben. Roggen wie Zoche sind aber bis dahin dem übrigen Europa gänzlich fremd, müssen also wohl weiter aus dem Osten gekommen sein; und heute wird — mit sehr guten Gründen — die Entstehung der Roggenkultur allgemein in den südwestlichen Teil Zentralasiens (Turkestan) verlegt. Nun wird die Zoche — im Gegensatz zu der Regel bei allen anderen Pflügen der Welt, die mit Rindern bespannt zu werden pflegen (und das gilt auch z. B. für das südrussische Steppengebiet) — immer von einem *Pferde* gezogen. Angesichts dieser Tatsachen und Zusammenhänge wird man die Domestizierung des Pferdes in ihren Anfängen nicht gut irgendwo nach Europa verlegen können, weder nach den nordischen Ländern, wie die einen wollen, noch nach den südrussischen Steppen, wie andere möchten. Und so ist denn das Pferd, auch wenn wir es als Haustier in Europa bereits in die jüngste Phase des Neolithikums versetzen, als solches in Asien doch erheblich früher nachweisbar.

Kurze Originalmitteilungen.

Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.

Untersuchungen am Faraday-Effekt in durchsichtigen Medien.

Auf der Grundlage der Elektronentheorie wurde die parallel zu den Kraftlinien eines Magnetfeldes erfolgende Lichtausbreitung in einem durchsichtigen, doppelbrechenden Medium in beliebiger Neigung zu den optischen Achsen behandelt. Es ergab sich, übereinstimmend mit den Erscheinungen an optisch aktiven Kristallen[1], daß sich im doppelbrechenden Medium 2 elliptisch polarisierte Wellen (sog. ausgezeichnete Schwingungen) verschiedener Geschwindigkeit fortzupflanzen vermögen; ihre Schwingungsellipsen sind einander ähnlich, aber von entgegengesetztem Umlaufssinn und gekreuzt orientiert, während ihre Achsen mit den natürlichen Schwingungsrichtungen zusammenfallen. Mit Hilfe dieser Erkenntnis wurde folgendes allgemeine Problem untersucht: auf das im Magnetfeld befindliche doppelbrechende Medium, das wir uns in Form einer planparallelen Platte eingebracht denken, falle in der Richtung der Kraftlinien und in senkrechter Inzidenz eine elliptisch polarisierte Lichtwelle auf; es ist der Polarisationszustand der austretenden Welle zu bestimmen. Die Lösung ergab sich durch Zerlegung der einfallenden Schwingung in solche der oben bezeichneten Art (ausgezeichnete Schwingungen), die sich dann beim Austritt aus der Platte mit entsprechender Phasendifferenz wieder zusammensetzen. Elliptizität und Azimut der gesuchten Schwingungsellipse lassen sich in verhältnismäßig einfachen Formeln darstellen; insbesondere ergeben sie für den Sonderfall von in der natürlichen Schwingungsrichtung einfallendem linear polarisierten Licht[2], daß die magnetische Drehung mit zunehmender Doppelbrechung, von einem Maximalwert ausgehend, eine Oszillation abnehmender Amplitude ausführt; gleichzeitig resultiert eine ebenfalls periodisch veränderliche und langsam abnehmende Elliptizität.

Zur experimentellen Prüfung der Theorie wurde das doppelbrechende Medium durch eine nitrobenzolgefüllte Kerrzelle realisiert, welche Anordnung verschiedene Vorteile gegenüber der Verwendung natürlicher Kristalle mit sich bringt. Die aus beobachtungstechnischen Gründen gewählte Lichteinfallsrichtung senkrecht zu den Kraftlinien des elektrischen Feldes entspricht der Beobachtung eines positiv einachsigen Kristalls senkrecht zur optischen Achse.

Zur Analyse elliptisch polarisierten Lichts wurde ein SÉNARMONTscher Kompensator, meist in Verbindung mit BRAVAISscher Halbschattenplatte, verwendet. Eingehende Rechnungen wurden der Einstellgenauigkeit dieser Anordnung gewidmet. Es ist nämlich nicht zulässig (und führt zu teilweise mit der Erfahrung in krassem Widerspruch stehenden Folgerungen), zur Berechnung der Halbschattenempfindlichkeit des Analysators das WEBER-FECHNERsche Gesetz heranzuziehen[1]. Man muß vielmehr die Unterschiedsempfindlichkeit des Auges als eine experimentell von W. ARNDT bestimmte Funktion der Leuchtdichte ansetzen[2].

Mit dem genannten Analysator wurde der Polarisationszustand des Lichtes untersucht, das die im Magnetfeld befindliche Kerrzelle durchsetzt hatte. Er erwies sich in völligem Einklang mit den eingangs erwähnten theoretischen Überlegungen. Insbesondere ergab sich für die Elliptizität k der ausgezeichneten Schwingungen genaue Übereinstimmung mit der Formel

$$k_{1,2} = \frac{1}{\delta_0}\left(-\Delta \pm \sqrt{\Delta^2 + \delta_0^2}\right),$$

worin Δ die durch die Doppelbrechung und δ_0 die durch die magnetische Drehung allein bewirkte Phasendifferenz in der untersuchten Platte bedeutet.

Im Laufe der Untersuchungen wurden, sozusagen als Nebenprodukte, die VERDETschen Konstanten einiger Jenaer Gläser sowie die Temperaturabhängigkeit der VERDETschen Konstante von Nitrobenzol gewonnen. Letztere beträgt 0,85 bzw. 0,86‰ je Grad bei $\lambda = 5461$ bzw. 5893 ÅE. Erstere Daten werden in einer demnächst erscheinenden ausführlichen Arbeit über den vorliegenden Gegenstand mitgeteilt werden.

Wien, Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, am 4. April 1939. FRITZ GABLER.

[1] M. BORN, Enz. d. math. Wiss. 5/3, 604. Leipzig 1923.
[2] Dieser Sonderfall wurde schon von M. CHAUVIN, Ann. de Toulouse 3 (J), 1 (1889) untersucht.

[1] F. GABLER u. P. SOKOB, Z. Instrumentenkde 58, 301 (1938).
[2] W. ARNDT, Das Licht 7, 101 (1937).

Über die blaue Fluoreszenz von natürlichen Silikaten im ultravioletten Lichte und über synthetische Versuche an Silikatschmelzen mit eingebautem zweiwertigem Europium.

Beobachtungen eines blauen Leuchtens bei bestimmten Vorkommen von Kalifeldspat, Kalknatronfeldspat und Datolith ($HCaBSiO_5$) im filtrierten, ultravioletten Lichte einer Quarzquecksilberlampe („Hänau") führten uns auf Grund der spektralen Ähnlichkeiten dieser blauen Fluoreszenz und der bei manchen Fluoritvorkommen auftretenden zu der Vermutung, daß ein Gehalt von zweiwertigem Europium in kleinster Konzentration für diese Erscheinung maßgebend sein könnte, wie das beim Flußspat von H. Haberlandt, B. Karlik und K. Przibram[1] aufgezeigt wurde.

Diese Annahme wurde von uns durch synthetische Versuche sichergestellt, da sowohl glasige als auch kristalline Schmelzprodukte von entsprechender Zusammensetzung, wie die oben genannten Silikate mit kleinen, beim Schmelzen eingebauten Mengen Europium im ultravioletten Lichte ebenfalls blau aufleuchten. Bei einer Konzentration von $2{,}5 \cdot 10^{-4}$ g Europiumelement pro Gramm Feldspat (synthetisch), ist die Fluoreszenz bei einem künstlichen, anorthitreichen Plagioklas von viel größerer Helligkeit als die der natürlichen Minerale und auch bedeutend stärker als die mancher englischer Fluoritvorkommen mit einem Gehalt von etwa 10^{-4} bis 10^{-3} g Eu pro Gramm Fluorit, der von G. Wild[2] auf spektrographischem Wege bestimmt wurde.

Bei Verringerung des Europiumzusatzes um zwei Zehnerpotenzen ist das Leuchten zwar deutlich schwächer, aber immer noch heller als das der natürlichen Silikate. Das Europium wurde in dreiwertiger Form als Europiumoxalat, welches eine rote Fluoreszenz mit scharfen, schmalen Banden im Spektrum zeigt, der zu schmelzenden Masse beigemischt. Da die Synthesen hingegen ein breites Bandenfluoreszenzspektrum mit großer Intensität im Blau erkennen lassen, muß angenommen werden, daß bei dem Schmelzvorgang, der in einem Danubia-Gasofen in offenen Schamottetiegeln vorgenommen wurde, wahrscheinlich durch die reduzierende Wirkung der Flammengase eine Reduktion zu einer zweiwertigen Europiumverbindung eingetreten ist.

Für diese Auffassung spricht auch die Tatsache, daß die natürliche Fluoreszenz beim Aufschmelzen der Feldspate unter den gleichen Bedingungen deutlich verstärkt wurde.

In bester Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen stehen die Untersuchungen von V. M. Goldschmidt[3] in Oslo, bei denen mit Hilfe der Spektralanalyse im Kohlelichtbogen bereits Europium in manchen Kalifeldspaten (bis 0,002 % Eu_2O_3) festgestellt wurde. Die Vermutung Goldschmidts, daß das Europium in zweiwertiger Form in solchen Feldspaten angereichert wurde, findet durch unsere Beobachtungen ebenfalls eine Stütze.

Nach Aufschmelzung der Feldspate mit natürlicher blauer Fluoreszenz unter den gleichen Bedingungen wie bei den entsprechenden Synthesen mit einem bestimmten Europiumgehalt, wurde nun von uns der Versuch unternommen, durch visuellen Vergleich der Fluoreszenzhelligkeit der glasigen Schmelzprodukte eine ungefähre Schätzung des Europiumgehaltes verschiedener Feldspatvorkommen vorzunehmen. Da der Farbton der Fluoreszenz bei verschiedenen Schmelzen gewissen Schwankungen unterworfen ist, wurde der Vergleich der Helligkeit unter Vorschaltung farbiger Glasfilter durchgeführt. Auf diese Weise wurde der Gehalt eines Kalifeldspates von Echsenbach (Niederdonau) auf etwa 10^{-6} g Europiumelement pro Gramm Substanz geschätzt. Eine spektralanalytische Bestimmung, die von V. M. Goldschmidt und A. Kvalheim in Oslo nach einer neu ausgearbeiteten Methode bei einer Probe desselben Feldspates durchgeführt wurde, ergab einen Gehalt in der Größenordnung von $8 \cdot 10^{-7}$ g Europiumelement pro Gramm Substanz, das ist eine überraschend gute Übereinstimmung.

Da der Fluoreszenznachweis des zweiwertigen Europiums bei den Schmelzen von Feldspat- und Datolithzusammensetzung außerordentlich empfindlich ist — er ist noch wesentlich empfindlicher als beim Fluorit — wird es mit Hilfe der von uns angegebenen Methode nach einer verbesserten objektiven photometrischen Messung der Fluoreszenzhelligkeit voraussichtlich möglich sein, die geringsten Spuren von Europium (bis etwa 10^{-9} g pro Gramm Substanz) in solchen natürlichen Silikaten quantitativ zu erfassen, bei denen dieses Element in der zweiwertigen Form einbaufähig ist. Zu berücksichtigen ist bei solchen Bestimmungen eine Schwächung der Fluoreszenz durch bestimmte Elemente (Eisen, Mangan!).

Außerdem dürfte die genaue und umfassende Fluoreszenzanalyse verschiedener Feldspate zur Klärung geochemischer und petrogenetischer Probleme beitragen, da es sich bei den bisherigen Beobachtungen bereits gezeigt hat, daß die natürliche blaue Fluoreszenz am kräftigsten bei bestimmten Vorkommen und in besonderen Gesteinen in Erscheinung tritt. Und zwar sind es vorzugsweise granitisch-syenitische Misch- bzw. Injektionsgesteine, deren Kalifeldspate blau leuchten. Auch natronreiche Abarten (z. B. Kryptoperthit in Alkalisyeniten) zeigen diese Erscheinung deutlich. Hingegen dürfte der Europiumgehalt in Kalifeldspaten (Mikroklin) aus sauren Restlösungen (Pegmatiten) entsprechend ihrer nicht vorhandenen oder nur schwachen (nach Aufschmelzung) Fluoreszenz geringer sein, und die hydrothermalen Kalifeldspate (Adular) der alpinen Klüfte sind als europiumfrei anzusprechen, da sie auch nach Aufschmelzung im Gasofen keine Spur eines blauen Leuchtens erkennen lassen.

Beim Kalknatronfeldspat sind die Verhältnisse nicht so leicht zu übersehen, da auch granitpegmatitische Vorkommen (z. B. bei Ytterby in Schweden) blau leuchten. Immerhin scheinen es vorwiegend Plagioklase mit 30—40 % Anorthitgehalt (Andesin) zu sein, die die hellste Fluoreszenz und wahrscheinlich auch den größten Europiumgehalt besitzen.

Auffällig gut fluoresziert ein Andesin aus einem Korund führenden Pegmatit (Plumasit) von Palmietfontein, (Transvaal, Südafrika).

In diesem und in anderen blaufluoreszierenden Feldspaten konnte mit einem Quarzspektrographen (Fuess) des Wiener Radiuminstitutes neben einem kleinen Strontiumgehalt auch ein solcher von Blei festgestellt werden. Für dieses Zusammenvorkommen dürften geochemische Gesetzmäßigkeiten im Sinne der Vorstellung von V. M. Goldschmidt vorliegen, wonach die Ähnlichkeit der Ionenradien des zweiwertigen Europiums (1,25 Å) mit denen von Strontium (1,27 Å) und Blei 1,32 Å) für eine Anreicherung von Europium maßgebend wäre.

In diesem Zusammenhange muß auch noch erwähnt werden, daß die Frage eines isomorphen Einbaues von dreiwertigen seltenen Erden im Kristallgitter des Anorthites an Stelle von Aluminium von W. Eitel[1] und seinen Mitarbeitern untersucht und im negativen Sinne beantwortet wurde. Diese Versuche stehen aber nicht im Widerspruch zu den hier mitgeteilten Ergebnissen, da sie über den Einbau oder die Tarnung der zweiwertigen seltenen Erden in geringen Konzentrationen nichts aussagen.

Herrn Prof. H. N. McCoy, Los Angeles, sei für die Überlassung eines weitgehend gereinigten Europiumoxalates, das wir durch Vermittlung des Wiener Radiuminstitutes erhielten, bestens gedankt, ebenso gebührt unser Dank Herrn Oberst M. Haitinger für die Überlassung eines reinen Europiumpräparates. Herrn Doz. Dr. G. Ortner, am Institut für Radiumforschung in Wien, sind wir für die Benützungsmöglichkeit des großen Quarzspektrographen zu großem Danke verpflichtet.

Eine ausführliche Arbeit wird nach Abschluß der Untersuchungen an anderer Stelle erscheinen.

Wien, Mineralogisches Institut der Universität, den 5. April 1939. H. Haberlandt. A. Köhler.

[1] H. Haberlandt, B. Karlik u. K. Przibram, Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. IIa 143, 151 (1934).

[2] G. Wild, Sitzgsber. Akad. Wiss. Wien, Math.-naturwiss. Kl. IIa 146, 479 (1937).

[3] V. M. Goldschmidt, Geochemische Verteilungsgesetze der Elemente 9, 38 (Oslo 1938).

Das Überleben tiefgekühlter Impftumoren.

Es ist bekannt, daß tierische Impfkrebse sich nach Tiefkühlung weiter verimpfen lassen[2], daß aber die Züchtung von tiefgekühltem Impfmaterial in der Gewebskultur im

[1] W. Eitel, E. Herlinger u. G. Trömel, Naturwiss. 18, 469 (1930).

[2] Literatur siehe bei Klinke, Z. Krebsforsch. 46, 436 (1937).

allgemeinen mißlingt[1]. — KLINKE konnte neuerdings an Gewebe, das während 24 Stunden in flüssiger Luft eingefroren war, in seltenen Fällen eindeutiges Wachstum in der Gewebskultur nachweisen (Auswachsen von Zellen aus dem explantierten Stückchen); er sah häufig an Tumormaterial, das bis zu 14 Tagen tiefgekühlt war, in Gewebskultur vitale Anfärbbarkeit, die er zum Nachweis der Lebenstätigkeit benutzte[2].

Wir haben die Möglichkeit studiert, Tumorgewebe für experimentelle Zwecke im Tiefkühlschrank bei —35° auf Lager zu halten. Das Material wurde meist in Form von kleinen Stückchen, zuweilen aber auch als Brei, in sterilen Schalen verwahrt. Das Auftauen nach der Tiefkühlung geschah ohne besondere Vorsicht. — Unser frisch von Tier zu Tier verimpftes Krebsmaterial ging — mit Ausnahme des Flexner-Jobling-Ca. — zu 80—100% an, seitdem wir stets die gleichen Inzuchtstämme als Wirte benutzten und bei der Impfung größte Sterilität walten ließen. Je jünger die Wirtstiere, desto sicherer und rascher wächst der Tumor. — Unsere Versuche, Walker-Ca. und Jensen-Sa. der Ratte, sowie Ehrlich- und Fischer-Ehrlich-Ca. der Maus in Gewebskultur zu züchten und anschließend auf Tiere zu überimpfen, waren erfolgreich.

Sämtliche von uns gezüchteten Impftumoren ließen sich nach Tiefkühlung im Tierversuch weiter verimpfen. Es bestehen jedoch Unterschiede in der Resistenz gegen die Kälteeinwirkung: Walker-Ca., Ehrlich-Ca. und Fischer-Ehrlich-Ca. gehen nach 7tägiger Tiefkühlung genau so gut an wie frisches Impfmaterial. Beim Jensen-Sa. und Flexner-Jobling-Ca. sinkt die Häufigkeit des Angehens in 7 Tagen um etwa 75%. Die Verimpfbarkeit des COLLIERschen Ascites-Ca. der Maus und des Brown-Pearce-Ca. des Kaninchens wird wenig abgeschwächt. — Mit wachsender Dauer der Tiefkühlung sinkt die Häufigkeit des Angehens. Die Carcinome der Maus waren zum Teil nach 6wöchiger Kälteeinwirkung nicht mehr verimpfbar, während der Walker-Tumor nach gleicher Zeit sich als ungeschwächt virulent erwies, um aber nach 12 Wochen Tiefkühlung nicht mehr anzugehen. Das Brown-Pearce-Ca. hatte nach 9 Wochen Tiefkühlung seine Verimpfbarkeit um etwa 60% vermindert.

Wir versuchten, tiefgekühltes Impfmaterial sofort im Anschluß an die Kühlung als Gewebskultur weiterzuzüchten. Am günstigsten für diese Versuche war das Ehrlich-Ca. Seine Wuchsform in der Gewebekultur ist so charakteristisch, daß man sofort bei Beginn des Ca.-Wachstums die Diagnose stellen kann. Eine Verwechslung mit voraus- und mitwachsendem Bindegewebe ist unmöglich. Damit ist die Sicherung der Diagnose durch Rückverimpfung ins Tier unnötig.

Bei unseren Versuchen mit Ehrlich-Ca. ergab 24 Stunden Tiefkühlung bei —35° noch in einigen Kulturen sehr schönes Ca.-Wachstum. Über 24 Stunden hinaus gefrorenes Material zeigte keinerlei Lebenszeichen in der Kultur. Beim Ansetzen ausgeschwemmte Zellen zeigten auch bei stundenlanger Zeitrafferaufnahme im Film keine Bewegung.

Wir verimpften Ehrlich-Ca., die bei —35° etwa 14 Tage aufbewahrt waren, zunächst auf Mäuse; die verimpften Tumorstücke wurden wechselnde Zeiten, beginnend mit 24 Stunden, im Wirtstier belassen und anschließend als Gewebskultur angesetzt. Was sich in diesen ersten Tagen nach der Verimpfung tiefgekühlter Tumoren morphologisch ändert und entwickelt, wissen wir aus den systematischen Untersuchungen von RÖSSLE[3] und HÖRNER[4]. 24 Stunden subcutan gehaltenes Ehrlich-Ca. (nach vorhergehender Tiefkühlung) zeigt in der Kultur bald nach dem Ansetzen lebhaftes Auswandern zahlreicher Leukocyten und nur ganz vereinzelt amöboider Bindegewebszellen. Die Leukocyten sterben bereits nach 24 Stunden ab (Filmkontrolle). Auch RÖSSLE fand sehr frühzeitigen Leukocytenzerfall, allerdings beim frischen Mäuse-Ca. Dieses Auftreten von Leukocyten in lückenlosem Hof um das Mittelstück in der Gewebekultur bestätigt RÖSSLES und HÖRNERS Annahme, daß es sich um eine Reaktion des Wirtes auf das Implantat handelt, und daß es nicht etwa durch Infektion bedingt ist. Fibroblasten- oder gar Ca.-Wachstum wurden so gut wie nicht beobachtet.

Läßt man aber tiefgekühltes Tumormaterial 48 Stunden und länger im Tier, so beginnt bald nach dem Ansetzen als Gewebskultur eine üppige Auswanderung vielgestaltiger Makrophagen, der sehr bald Fibroblastenwachstum nachfolgt. Nach einigen Tagen zeigt sich auch in ziemlich hohem Prozentsatz Ca.-Wachstum. Der Beginn des Ca.-Wachstums schwankt zwischen 4 Tage nach dem Ansetzen bis 27 Tage nach dem Ansetzen (5 Tage nach Übertragung in die zweite Flasche). Man muß also bei der Beurteilung, ob noch lebende Ca.-Zellen in der Kultur vorhanden sind, recht vorsichtig sein und nicht zu früh die Kulturen als negativ abtun.

HÖRNER schreibt (S. 345[1]): „Der Weg der lebensfähigen Carcinomzelle geht durch die Gefrierung über Schrumpfung und Pyknose des Kernes bis zur kleinen Zelle. Neues Wachstum kommt erst wieder in den Spätstunden (nach 360 Stund.) zur Entwicklung." In unseren Versuchen sahen wir optimales Angehen, wenn die tiefgekühlten Tumorstücke 48 bis 72 Stunden im Tierkörper verblieben waren. Längere Verweildauer im Körper (bis zu 9 Tagen in unseren Versuchen) förderte die Fähigkeit zum Wachstum in Gewebekultur keineswegs, sondern verminderte sie anscheinend.

Das Impfmaterial, mehrere Tage bis Wochen tiefgekühlt, und anschließend sofort als Gewebekultur angesetzt, verliert seine Fähigkeit zum Wachstum im Tierkörper nicht, obgleich es sich in der Kultur bei +37° wie totes Material verhält. Anscheinend muß das Tumormaterial im Tierkörper eine unspezifische, kältelabile Substanz aufnehmen, die für das Wachstum notwendig ist.

Die eigentliche Lebenspotenz wird während der Tiefkühlung nur sehr langsam geschädigt und endgültig abgetötet, mit unterschiedlicher Geschwindigkeit für verschiedene Tumorarten. Die positiven Impferfolge mit tiefgekühltem Material bei direkter Verimpfung auf Tiere und die negativen bei Sofortübertragung in Gewebekultur werden allgemein zurückgeführt auf die Schädigung des Impfmaterials, das nach Tiefkühlung nur unter optimalen Bedingungen wachse. Wir können uns dieser Auffassung nicht ohne weiteres anschließen. Denn es zeigten bestimmte Tumorstämme nach mehrtägiger Tiefkühlung keinerlei Minderung ihrer Virulenz bei direkter Übertragung auf Tiere, während ein Wachstum in der Kultur nie beobachtet werden konnte. Ferner ist das gekühlte Tumorgewebe im Tier schon optimal für die Gewebekultur geworden zu einem Zeitpunkt, in dem nach HÖRNER histologisch noch keinerlei Neigung nachweisbar ist, die durch Kälte gesetzten Schäden rückgängig zu machen.

Berlin, den 11. April 1939.

K. HÖFER. F. HOLTZ. M. KOINZER.

[1] KOOSE u. LEMMEL, Bruns Beitr. 141, 489 (1927). — W. CRAMER, The Imp. Cancer Res. Fund. 9, 21 (1930).

[2] KLINKE, Naturwiss. 26, 594 (1938) und briefliche Mitteilungen.

[3] RÖSSLE, Sitzungsber. d. preuß. Akad. Wiss., Physik.-math. Kl. III 1936.

[4] HÖRNER, Verh. dtsch. path. Ges., 30. Tagung Frankfurt 1937, S. 338.

Über die Dipeptidasen anaerober Bakterien.

Vor kurzem haben wir mitgeteilt[2], daß die Bouillonkulturen *anaerober* Bakterien in der Regel *dipeptidatisch* fast oder ganz *unwirksam* sind, daß sie durch Zusatz von Eisen(II)salz *oder* Cystein nur *schwach*, durch Zusatz *beider* Substanzen aber immer *stark dipeptidatisch wirksam werden*, und daß die dipeptidatische Wirkung durch *Blausäure* augenblicklich und vollständig *gehemmt* wird.

Versuche zur Aufklärung der Aktivierung haben ergeben, daß die (keimfreien) Kulturen und die daraus dargestellten reineren Präparate schon 5 Minuten nach der Zugabe von Eisen(II)sulfat und Cystein dipeptidatisch *voll* wirksam sind. Zur Erreichung der maximalen Aktivität genügen wenige γ Eisen: für unsere noch schwach gereinigten Präparate sind (unter den angewandten Bedingungen) rund 5 γ Eisen dazu notwendig, während 1,4 γ Eisen noch eine fast 50proz. Aktivierung bewirken. Das Metall muß in ionogener Form zugesetzt werden, oder es darf in Lösung nur schwach komplex gebunden vorliegen, wie dies in Anwesenheit von Cystein der Fall ist, um verwertbar zu sein; stärker komplex gebundenes Eisen, wie beispielsweise im Ferrocyankalium, vermag mit Cystein zusammen nicht zu aktivieren.

Eisen kann durch *Mangan* (aber nicht durch Mg, Ni, Co, Zn oder Cu) ersetzt werden. Aber die durch Mangan akti-

[1] Siehe Fußnote 4 auf nebenstehender Spalte.

[2] Naturwiss. 26, 791 (1938); Biochem. Z. 300, 89 (1939).

vierten Kulturen der verschiedensten Herkunft und die daraus gewonnenen Präparate sind gegenüber Leucylglycin, Glycylleucin und Glycylglycin immer viel schwächer wirksam als die durch Eisen aktivierten. Nur die Kulturen des WELCH-FRAENKELschen Gasbacillus und des B. sporogenes und die daraus dargestellten Präparate werden durch Mangan gegenüber Alanylglycin und Glycylalanin — aber nur gegenüber diesen Substraten — *stärker* aktiviert als durch Eisen. Manganaktivierte Kulturen des B. histolyticus, B. oedematiens, Vibrio septicus, B. botulinus (Typ A, B, C und D) und B. tetani spalten auch die alaninhaltigen Dipeptide viel langsamer als die Eisen-aktivierten.

Mangan allein aktiviert stärker als das autoxydablere zweiwertige Eisen: Die durch Mangan (ohne Cystein) bewirkte Aktivierung kann ungefähr 80% der maximalen Aktivierung betragen, während unter den gleichen (nicht vollständig anaeroben) Bedingungen (N_2-Füllung der Kölbchen, Toluol) Eisen allein im günstigsten Falle nur ungefähr 50% zu aktivieren vermag.

Die durch Eisen aktivierten Präparate werden, wenn auf 1 Atom Fe mehr als 6 Mol. HCN kommen, sofort und vollständig gehemmt, während die durch Mangan aktivierten Präparate selbst durch einen großen HCN-Überschuß nur teilweise gehemmt werden.

Cystein kann durch andere SH-Verbindungen und auch zu über 80% durch Natriumsulfit ersetzt werden. Ascorbinsäure ist dagegen kein Ersatz für Cystein.

Die durch zweiwertiges Eisen oder Mangan (in Gegenwart von Cystein) hervorgerufene dipeptidatische Wirkung finden wir gegenüber Leucylglycin, Alanylglycin, Glycylleucin, Glycylalanin und Glycylglycin um $p_H = 7{,}8$ optimal. Das Wirkungsvermögen der Anaero-dipeptidasen verschiedener Herkunft für diese Dipeptide ist ein sehr mannigfaltiges: Zwischen dem Wirkungsvermögen der Sporogenes-dipeptidase, die Glycyl-dipeptide (GL., GA. und GG.) *zweimal rascher* spaltet als Leucylglycin und Alanylglycin, und dem der Histolyticus-dipeptidase, die Leucylglycin 4—8mal schneller spaltet als die vier anderen Dipeptide, sind fast alle Übergänge zu beobachten.

Diese Ergebnisse lassen sich durch folgende Auffassung über die Aktivierung und die Natur der Anaero-dipeptidasen — so wie sie in den *Kulturen* vorliegen — am einfachsten erklären: 1. Die Aktivierung der Dipeptidasen anaerober Bakterien durch Eisen(II)salz und Cystein ist nichts anderes als eine *Synthese* dieser Enzyme aus „Fermentprotein" (Apoenzym) und Eisen (Co-Enzym). Das Cystein dient in vitro zur Aufrechterhaltung der Zweiwertigkeit des Metalls. Die Anaero-dipeptidasen sind demnach Metall(II)-proteide. 2. In den Kulturen der verschiedenen Anaerobier liegen *mehrere* Apoenzyme (Apo-dipeptidasen) in *wechselndem* Mengenverhältnis vor. Daraus erklärt sich das oft sehr verschiedenartige dipeptidatische Wirkungsvermögen dieser Kulturen. 3. Als Co-Enzym wirkt hauptsächlich zweiwertiges Eisen, aber in bestimmten Fällen kann Mangan das Eisen vollwertig ersetzen. Gegenüber alaninhaltigen Dipeptiden zeigt sich dann das Mangan als Co-Enzym dem Eisen überlegen.

Frankfurt a. M., Biochemische Abteilung des Institutes für Chemotherapie, den 14. April 1939.

ERNST MASCHMANN.

Versuche zum Nachweis der Induktionsfähigkeit jüngster Entwicklungsstadien von Triton.

Die organisatorischen Fähigkeiten der oberen Urmundlippe der Gastrula sind nach der grundlegenden Arbeit von SPEMANN und H. MANGOLD (1924) in zahlreichen Arbeiten näher untersucht und weitgehend geklärt worden. Es kommt danach diesem Keimbezirk eine führende Rolle in der Entwicklung des jungen Keimes zu. Die Aktionsfähigkeit des Organisatorbezirkes, wenigstens seine Induktionsfähigkeit für Medullarplatte, bleibt im Gegensatz zu der zeitlich eng begrenzten Reaktionsfähigkeit des Ektoderms lange Zeit erhalten (O. MANGOLD, SPEMANN, BAUTZMANN). So besitzen z. B. Somiten von Embryonen mit beginnender Streckung und äußerer Gliederung noch die Fähigkeit, in über sie gepflanztem jungem Gastrulaektoderm Medullarplatte zu induzieren [HOLTFRETER (1933a)]. Versuche, die Induktionsfähigkeit des Organisationszentrums in jüngere Entwicklungsstadien zurückzuverfolgen, sind bisher nur von H. BAUTZMANN unternommen worden (1926); er konnte die organisatorischen Fähigkeiten von Stücken aus der Randzone junger Triton-Blastulae nachweisen. Für jüngere Stadien fehlen entsprechende exakte Experimente.

Von anderen Fragestellungen ausgehende Untersuchungen führten seit langem zu der Annahme, daß in den frühen Entwicklungsstadien, und zwar schon im befruchteten Ei, ein *irgendwie gearteter Vorzugsbereich* vorhanden sei. Es erhebt sich hier die Frage, *ob dieser Vorzugsbereich schon dieselbe Struktur und dieselben Fähigkeiten besitzt wie der Organisatorbezirk der jüngeren Gastrula bzw. Blastula* (Medullarplatteninduktion, Angliederung von Somiten usw.), *oder ob er zunächst nur eine inaktive Vorstufe darstellt, aus der sich erst im Laufe der Entwicklung zur Blastula und Gastrula das typische Organisationszentrum bildet*, eine Auffassung, die verschiedentlich vertreten wurde. Alle Schnürungsexperimente, die Transplantationen dorsaler Randzone auf die Ventralseite gleichaltriger Keime und die Drehung animalen Materials, selbst wenn sie in sehr frühen Stadien ausgeführt worden sind, können zur Beantwortung der Frage nach der Struktur des Vorzugsbereiches nichts beitragen, da bei ihnen die Keimstücke in jedem Falle über die für ihre Entwicklung notwendige Zeit verfügten und damit im normalen Zeitpunkt wirken konnten.

Zur Entscheidung dieser Frage habe ich im Sommer 1938 Untersuchungen begonnen, deren erste Ergebnisse ich hier mitteile. Es wurden junge Keime und Keimteile von Triton taeniatus, und zwar zunächst befruchtete Eier und isolierte 4er-Blastomeren, mit jungem Gastrula-Ektoderm 30 bis 35 Stunden älterer Triton-alpestris-Keime in engen Kontakt gebracht. Dadurch war die Möglichkeit gegeben, daß sich eine evtl. latent vorhandene Induktionsfähigkeit eindeutig zeigen konnte. Das war nun in der Tat der Fall.

Es entstanden in einer beträchtlichen Anzahl der Operationen im umhüllenden Ektoderm mehr oder weniger große, medullare Differenzierungen von atypischer Form, aber mit typischer Anordnung der Zellen. Die meisten wurden im Medullarplattenstadium fixiert. Die älteren besaßen geschlossene Medullarrohre, die sich in die Tiefe gesenkt hatten. Erwartungsgemäß war der Zeitpunkt der Medullarplatten und Medullarrohrbildung durch das reagierende Ektoderm bestimmt worden; das Ektoderm „alterte" also auch unter diesen Bedingungen in normaler Weise [vgl. dazu HOLTFRETER, Roux' Arch. 138, 163ff. (1938)]. Zur Kontrolle des Determinationszustandes und der einwandfreien Entnahme des Gastrulaektoderms (präsumptive Epidermis und daran anschließende Teile der präsumptiven Medullarplatte) wurden entsprechende Ektodermstücke isoliert aufgezogen. Bei diesen entstanden, in Bestätigung der Isolationsversuche HOLTFRETERS (1933 und 1938) an Gastrulaektoderm, keine medullaren Differenzierungen.

Freiburg i. Br., Zoologisches Institut der Universität, den 24. März 1939. BERNHARD MAYER.

Bemerkung zu der Mitteilung von Herrn v. Weizsäcker: „Zum Wefelmeierschen Modell der Transurane".

Im Heft 8 dieses Jahrganges der „Naturwissenschaften" hat Herr v. WEIZSÄCKER unter obengenanntem Titel einen Beweis angegeben, daß unter Berücksichtigung der Oberflächenspannungen eine ellipsoidale Gleichgewichtsfigur bestehen kann.

Ich möchte nun dazu bemerken, daß bereits im Jahre 1915 Herr GLOBA-MICHAILENKO [C. r. Acad. Sci. Paris 160, 233 (1915)] den allgemeinen Beweis erbrachte, daß bei Berücksichtigung der Oberflächenspannung niemals ein Ellipsoid Gleichgewichtsfigur sein kann.

Der Fehler der Ableitung von Herrn v. WEIZSÄCKER liegt darin, daß in dem Hauptansatz für die Energie die Krümmungsradien des Ellipsoides nicht berücksichtigt worden sind.

Warschau, den 3. März 1939. F. J. v. WISNIEWSKI.

Erwiderung zu der Bemerkung von Herrn v. Wisniewski.

Meine Notiz stellt sich nicht, wie Herr v. WISNIEWSKI annimmt, die mathematisch schwierige Aufgabe, die genaue Gestalt der Gleichgewichtsfigur zu ermitteln, sondern nur dasjenige Ellipsoid zu finden, das dieser Figur am ähnlichsten ist; d. h. das Minimum der Energie wird nicht für beliebige Gestalt gesucht, sondern nur unter der Nebenbedingung ellipsoidischer Gestalt. Mein Ergebnis ist daher mit dem von

GLOBA-MICHAILENKO im Einklang; die von Herrn v. WISNIEWSKI vermißte Krümmungsabhängigkeit des Oberflächendrucks ergibt sich automatisch aus dem Ansatz eines oberflächenproportionalen Gliedes im Energieausdruck.

Das qualitative Ergebnis, daß in einem gewissen Bereich oberhalb von $\lambda = 0{,}5$ außer der Kugel eine verlängerte Gleichgewichtsfigur stabil ist, ist wohl von der Ellipsoidnäherung unabhängig. Für kleine Abweichungen von der Kugelgestalt ist nämlich der Ansatz eines Ellipsoids berechtigt; daraus folgt, daß die Kugel oberhalb von $\lambda = 0{,}5$ eine Gleichgewichtsfigur ist. Es genügt daher zu zeigen, daß dasjenige verlängerte Rotationsellipsoid, für welches die Energie als Funktion von ε ein Minimum ist, durch eine stetige Deformation, bei der seine Energie monoton vermindert wird, weder in die Kugel noch in zwei getrennte Bruchstücke übergeführt werden kann. Ersteres ist jedenfalls dann unmöglich, wenn seine Energie von vornherein tiefer liegt als die der Kugel oder auch nur als die Energie derjenigen der Kugel benachbarten Figuren, für welche die Ellipsoidnäherung noch hinreichend ist. Letzteres würde die vorübergehende Bildung eines konkaven Gebiets auf der Oberfläche fordern, was jedenfalls Energieaufwand kostet.

Berlin-Dahlem, Max Planck-Institut, den 16. März 1939.
C. F. VON WEIZSÄCKER.

Bemerkung zu der Erwiderung von Herrn v. Weizsäcker.

Wenn auch Herr VON WEIZSÄCKER nicht die genaue Gestalt der Gleichgewichtsfigur sucht, so ist doch bei großen Oberflächenspannungen, wie das beim Kernmodell sein sollte, unstatthaft, diese Gleichgewichtsfigur in erster Näherung durch ein Ellipsoid zu ersetzen; denn, wie GLOBA-MICHAILENKO bewiesen hat, ist ein Ellipsoid bei Berücksichtigung der Oberflächenspannung als Gleichgewichtsfigur überhaupt unmöglich.

Übrigens wurde bekanntlich die exakte Methode der Auffindung von Gleichgewichtsfiguren, die nahe einer bekannten Gleichgewichtsfigur liegen, von H. POINCARÉE angegeben und für vorliegenden Fall von GLOBA-MICHAILENKO angewendet [C. r. Acad. Sci. Paris **160**, 510 (1915)].

Was nun den Ansatz eines oberflächenproportionalen Gliedes im Energieausdruck betrifft, so ist das wohl für die Kugel richtig, doch mußte für ein Ellipsoid bewiesen werden, daß der gleiche Faktor unabhängig von der Exzentrizität derselben ist.

Warschau, den 19. März 1939. F. J. VON WISNIEWSKI.

Erwiderung zu vorstehender Bemerkung.

Ich glaube meine Meinung hinreichend klar ausgesprochen zu haben. Ich möchte nur hinzufügen, daß das strenge Ergebnis von GLOBA-MICHAILENKO für meine Zwecke nicht verwendet werden kann, weil bei ihm die Gravitation die zur Kugelgestalt drängende Kraft ist und die Oberflächenspannung nur als kleine Störung behandelt wird.

Berlin-Dahlem, den 30. März 1939.
C. F. v. WEIZSÄCKER.

Über die Parallelitätserhöhung der Micelle in natürlicher Cellulose. (Über ein höchst orientiertes Cellulose-Präparat.)

Nachdem R. O. HERZOG und W. JANCKE den Weg gewiesen haben, die röntgenographische Erforschung der Pflanzenfaserstoffe in systematischer Weise durchzuführen, ist schon seit längerer Zeit das native Ramiediagramm als typisches Diagramm der nativen Cellulose allgemein anerkannt.

Trotz der Verfeinerung der Versuchstechnik ließ sich die Schärfe der Interferenzen des Diagramms in den darauffolgenden Jahren nicht besonders erhöhen. Die bisher vorliegenden Bilder der unbewegten Faserbündel gleichen also bei Ramie annähernd Drehdiagrammen, die allerdings nicht mehr punktreich sind und bei denen die Ordnung um die Drehachse nicht ideal verwirklicht ist, so daß die einzelnen Interferenzpunkte ziemlich stark verschmiert sind. Diese Verschmierung oder Verschleierung der Interferenzpunkte spricht, wie es auch durch die Ergebnisse der polarisationsoptischen Untersuchungen bestätigt worden ist, dafür, daß in natürlichen Fasern die Einzelkristallite mit einer kristallographischen Achse nicht genau parallel zur Faserachse gerichtet sind.

Die Abweichung der Micelle von der achsenparallelen Richtung setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: dem Steigungswinkel der Schraubenlinie, auf welcher die Micellen (bzw. Fibrillen) angeordnet sind, und der Streuung, die sie in bezug auf die Richtung der Schraubenlinie aufweisen. Diese Streuung kann dadurch zustande kommen, daß sie durch intermicellare Substanzen (wie Pentosane, Lignin usw.) begünstigt wird[1]. In der Struktur der von derartigen Kittsubstanzen befreiten, gereinigten Fasern ist also die Entstehung intermicellarer Räume oder nach der Fransen-

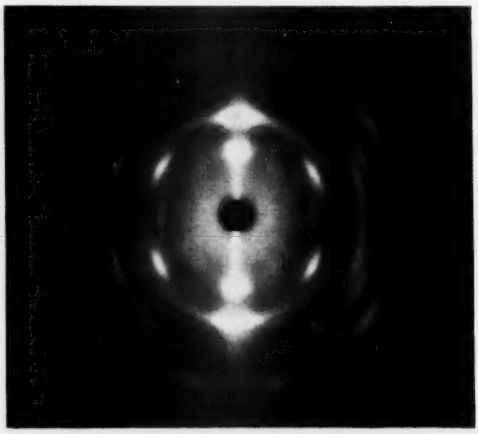


Fig. 1. Gereinigte Ramie.

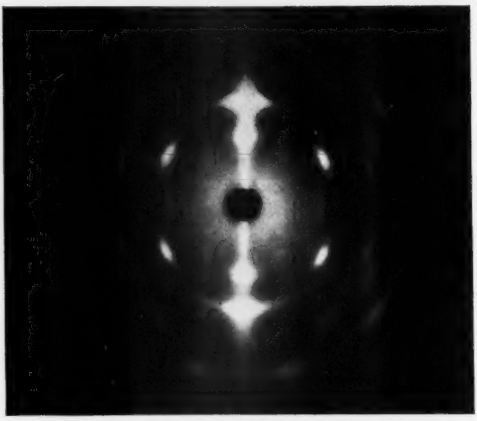


Fig. 2. Mit Glyzerin behandelte Ramie.

theorie nichtkristallisierter Bereiche zu erwarten, die in luftgetrocknetem Zustande der Fasern vielleicht mit Wasser erfüllt sind.

Es wurde kürzlich vom Verfasser röntgenographisch beobachtet[2], daß durch Erhitzungsbehandlung von Hydratcellulose oder daraus abgeleiteten Verbindungen, wie Alkalicellulosen oder Diamincellulosen, mit einigen polaren organischen Flüssigkeiten, wie Glyzerin, bei höherer Temperatur eine starke Erhöhung des Parallelitätsgrades der Kristallite

[1] Vgl. K. KANAMARU, Helvet. chim. Acta **17**, 1047 (1934).
[2] T. KUBO und K. KANAMARU, Z. physik. Chem., A. **182**, 341 (1938). — T. KUBO, J. Cell. Inst., Japan (im Druck). — Kolloid-Z. (im Druck).

in den Fasern, sowie eine Rückverwandlung von Hydratcellulose in natürliche Cellulose bewirkt wird.

Es ist nun auf Grund der vom Verf. früher vorgebrachten Überlegungen zu erwarten, daß durch eine derartige Erhitzungsbehandlung der nativen Cellulose, das heißt also der gereinigten Ramiefasern, die Tendenz der Ketten der nichtkristallisierten, mithin früher mit intermicellaren Substanzen erfüllten Bereiche, sich regelmäßig zu orientieren, begünstigt wird, so daß eine im Vergleich mit der nativen Anordnung noch regelmäßigere Anordnung der Micelle resultieren kann.

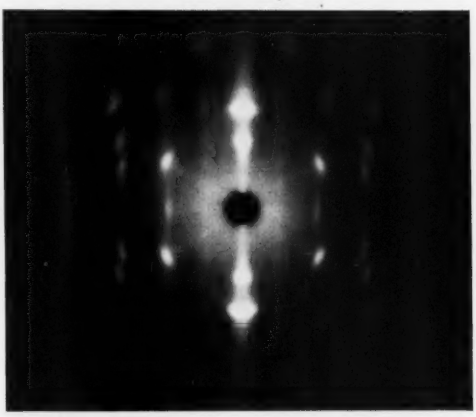


Fig. 3. Mit Glyzerin behandelte Na–Cell 1, die aus gereinigtes Ramie erhalten wurde.

Um diese Vermutung experimentell auf ihre Richtigkeit zu prüfen, hat der Verf. Ramiefasern, die nach früher mitgeteilten Verfahren gereinigt worden waren, sowie eine daraus in gespanntem Zustande erhaltene Probe von Natroncellulose I mit Glyzerin 45 Minuten lang bei 250° behandelt. Fig. 2 bzw. Fig. 3 zeigen das Diagramm der auf diese Weise behandelten Proben von Ramiefasern bzw. von Natroncellulose I. Ein Vergleich der Fig. 1 mit Fig. 2 sowie mit Fig. 3 zeigt, daß die Erwartung erfüllt ist.

Beim Diagramm der behandelten Proben sind also die Interferenzen im Vergleich mit den entsprechenden beim Diagramm nativer Fasern deutlich schärfer, und die Öffnungswinkel der Kreissegmente, zu welchen die einzelnen Interferenzpunkte auseinandergezogen sind, kleiner, so daß die Schichtlinien deutlicher ausgebildet sind. Ein besonders scharfes und deutliches Diagramm mit starker Annäherung an das Drehkristalldiagramm eines Einkristalls zeigt ein durch die erwähnte Behandlung von Alkalicellulose erhaltenes Produkt (Fig. 3).

Um einen Begriff davon zu geben, welche Größenordnung diese Erhöhung des micellaren Ordnungsgrades erreicht, seien im folgenden die π-Werte der Proben verglichen, deren Diagramme in Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 3 dargestellt sind. Dieser Wert π wurde, wie früher vom Verf. erwähnt wurde[1], folgendermaßen definiert:

$$\pi = \frac{90^\circ - H^\circ/2}{90^\circ} \cdot 100 ,$$

wobei H° die Halbwertswinkelbreite der stärksten Äquatorinterferenz (002) in der längs des Debye-Scherrer-Kreises erhaltenen Intensitätsverteilungskurve bedeutet.

	Gereinigte Ramie	Mit Glyzerin behandelte Ramie	Mit Glyzerin behandelte Na-Cell. I, die aus gereinigter Ramie erhalten wurde
π-Wert	93,0	93,8	95,0

Wie daraus ersichtlich wird, ist der Parallelitätsgrad der Kristallite durch die Behandlung ziemlich stark erhöht worden.

Das Präparat, dessen Diagramm in Fig. 3 dargestellt ist, zeigt als Präparat mit nativer Anordnung den höchsten π-Wert unter den bisher erhaltenen.

Da das Diagramm der so behandelten Cellulosefasern mit nativer Anordnung allem Anschein nach sogar interferenzreicher ist, wenn man es mit dem der gewöhnlichen, unbehandelten vergleicht, ist zu erwarten, daß ein derartiges Diagramm tiefer in den Feinbau des Cellulosegitters einzudringen erlaubt. Diesbezügliche Untersuchungen sind im Gang.

Zusammenfassung.

Es wurde röntgenographisch beobachtet, daß durch Erhitzungsbehandlung von gereinigten Ramiefasern, sowie der daraus erhaltenen Natrocellulose I mit Glyzerin bei 250° eine ziemlich deutliche Erhöhung des Orientierungsgrades der Kristallite in den nativen Fasern bewirkt wurde.

Ein höchstorientiertes Präparat, welches ein besonders scharfes und deutliches Bild mit starker Annäherung an das Drehkristalldiagramm eines Einkristalls zeigt, wurde aus Natroncellulose durch die erwähnte Behandlung erhalten.

Osaka, Institut für Faserforschung der Kaiserlichen Universität. T. Kubo.

[1] Y. Go und T. Kubo, J. Soc. Chem. Ind., Japan, Suppl., 39, 458 (1936).

Besprechungen.

ZIMMERMANN, WALTER, **Vererbung „erworbener Eigenschaften" und Auslese.** Jena: Gustav Fischer 1938. XII, 346 S. und 80 Abbild. 17 cm × 25 cm. Preis brosch. RM 17.—, geb. RM 18.50.

In der heutigen Zeit, da man sich sowohl aus wissenschaftlichen wie aus weltanschaulichen Gründen wieder sehr viel mit den Fragen der Evolution und ihrer Verursachung beschäftigt, wird eine Zusammenfassung über „Vererbung erworbener Eigenschaften" (VeE.) um so größeres Interesse erwecken, als seit der letzten einwandfreien Darstellung dieses Fragenbereiches (Semon) mehr als 35 Jahre vergangen sind. Verf. behandelt überdies nicht nur das, was man gemeinhin unter „Lamarckismus" versteht, sondern in gleicher Weise, und beides in steter Gegenüberstellung, auch den Darwinismus, die Selektionslehre. Das ganze Buch, gründlich und wissenschaftlich exakt, wendet sich nicht nur an den Wissenschaftler, sondern vor allem auch an den gebildeten Laien, und letzteres sowie eine gewisse Neigung zu „philosophischen" Ausführungen bedingen die Breite der Darstellung und so den Umfang des Buches, von dem ein wesentlicher Teil in Kleindruck gesetzt ist.

Auf eine historische Einleitung, die bis auf griechische Anekdoten zurückgeht, folgen methodische Absätze (z. B. „Beobachtung und Gedankenarbeit"), ferner (sehr begrüßenswert) ausführliche Definitionen altbekannter aber in verschiedenem Sinne gebrauchter Begriffe („Eigenschaft", usw.; „Hologenie", die hier in völlig neuem Sinne festgelegt wird). Der weitere Inhalt des Buches wird sodann in 4 Hauptfragen unterteilt: 1. VeE. *ohne* Rücksicht auf Ursache und Anpassung (Zweck), 2. *mit* Rücksicht auf ersteres, 3. auf letzteres, 4. auf beides. Die erste Frage wird dahin beantwortet, daß die Erbfaktoren sich verändern (Mutabilität) und in verändertem Zustand auf die Nachkommen übertragen werden. Beweis hierfür sind die Evolution und die Ergebnisse der Mutationsforschung. Es wird ferner nachzuweisen versucht, daß Makroevolution (Stammesentwicklung) und Mikroevolution

(Rassenbildung) grundsätzlich dasselbe sind. Wiewohl dieses 1. Kapitel sehr ausführlich ist und die verschiedensten Einwände berücksichtigt, sich Verf. überdies allerorten um größte Klarheit bemüht, wird doch der, der von der Allmacht der Selektion nicht völlig überzeugt ist, hier manches vermissen. Die *Ungerichtetheit* der Mutationen, auf der viele spätere Schlüsse basieren, kommt trotz aller Breite vielleicht zu kurz; sie wird weder in wünschenswerter Schärfe definiert noch ihre Existenz hinreichend bewiesen. Auch über Orthomutationen hätte mancher vielleicht an dieser Stelle Genaueres gewünscht; und wenn Verf. auf die Frage nach der *Neu*bildung von Erbfaktoren „nur mit Zögern eingeht", so wird vielleicht mancher hier einen schwachen Punkt der ganzen Beweiskette erblicken. — Die 2. Frage wird dahin beantwortet, daß „persönliche Veränderungen des Leibes und Geistes eine entsprechende Änderung des Erbgutes nicht auslösen". Die VeE. wird also nicht nur im üblichen Sinne, was zu erwarten ist, sondern ganz allgemein und kategorisch abgelehnt. Der Beweis gründet sich allerdings nur auf das Nichtvorhandensein entsprechender exakter Daten. An dieser Stelle hätte wohl mancher Leser eine *vollständige* Übersicht über die bisherigen lamarckistischen Versuche und eine Aufzählung aller prolamarckistischen verwerteten Naturbefunde (z. B. BLEULER) gewünscht. Der Ansicht des Verf. (S. 124), daß ein Anhänger einer möglichen somatischen Induktion jede Röntgenbestrahlung (z. B. beim Zahnarzt) als rassenhygienisch bedenklich ansehen müßte, kann Ref. übrigens nicht zustimmen. — Die 3. Hauptfrage wird dahin beantwortet, daß die in der Stammesgeschichte „überkommenen" Einrichtungen usw. vorzugsweise „zweckmäßig" sind, was für die unter unseren Augen entstehenden Erbänderungen nicht gilt (ungerichtete Mutabilität, s. o.). Der ganze Abschnitt basiert auf scharfen Definitionen von „Zweck" usw., doch vermißt Ref. eine ebensolche Unterscheidung zwischen „Eignung" und „Angepaßtheit", was aber keinen Vorwurf bedeuten soll, da sie nur sehr selten anzutreffen ist. Verf. sucht hier auch zahlreiche Merkmale als „zweckmäßig" zu deuten, die in dieser Eigenschaft nicht allseitig anerkannt sind: Der Vorteil kann vorhanden, aber „zeitweise verkannt", „nur mittelbar" oder „noch nicht zu übersehen" sein (Riesenwuchs, orthogenetische Übersteigerung, Zeitformen, „Verschwendung" usw.). In dem Erwerb nicht ohne weiteres zweckmäßiger Eigenschaften sieht Verf. keineswegs Bedenken gegen eine rein selektionistische Erklärung der Evolution, sondern lediglich die Anregung zur Vermutung, daß eine übergeordnete Intelligenz nirgends am Werke gewesen sei; höchstens hätten die Kräfte, die zweckmäßig wirkten, vielleicht das ihnen zugemessene Wirkungsfeld überschritten: „die ich rief, die Geister, werd' ich nun nicht mehr los". Ref. ist hier allerdings anderer Meinung (vgl. z. B. einen demnächst in dieser Zeitschrift erscheinenden Aufsatz). — Die 4. Frage wird auf über 100 Seiten behandelt. 38 Einzeleinwände werden aufgeführt und widerlegt. Unter ihnen befinden sich allerdings viele trivialer Natur, solche, die auf Mißverständnissen beruhen oder sich überhaupt nicht gegen die Selektionslehre richten, aber auch einige wesentliche; z. B. der 5., 6., 10., 38. Einwand, die sich dahin zusammenfassen lassen, daß unsere Kenntnis um die richtenden Faktoren und die mutative *Neu*entstehung von Organen noch zu gering sind, so daß es vielleicht noch andere Evolutionsmechanismen geben könnte. Verf. kommt zum Schluß: „Die Auslese ist als einziger phylogenetischer Anpassungsfaktor heute schon erwiesen" (S. 279). — Ein letzter Abschnitt „Praktische Folgerungen" ist teils weltanschaulicher Art, teils legt er die Richtigkeit rassenhygienischer Maßnahmen dar.

Das günstige Urteil über dieses gründliche, klare und gute Buch wird durch diese verschiedenen Aussetzungen nicht gemindert. Verf. vertritt einen bestimmten Standpunkt, den des reinen Selektionisten, — Ref. einen etwas anderen. Ist es in der Tat schon *bewiesen*, daß die Selektion der einzige Evolutionsmechanismus ist? Wenn Verf. sein „widerlegt" überall durch „unbewiesen", ab und zu auch mit dem Zusatz „auf Grund unserer heutigen Kenntnisse unwahrscheinlich" ersetzte, würde ihm Ref. fast überall beipflichten.

WILHELM LUDWIG, Halle.

PAULCKE, WILHELM, **Praktische Schnee- und Lawinenkunde.** (Verständliche Wissenschaft, 38. Bd.) Berlin: Julius Springer 1938. XI, 218 S. und 142 Abbild. 11 cm × 18 cm. Preis geb. RM 4.80.

PAULCKE, einer der Begründer des alpinen Schilaufs, hat seit langen Jahren systematische Forschungsarbeit auf dem Gebiet der Schnee- und Lawinenkunde, unter anderem durch großzügige Freiluftversuche über Lawinenbildung geleistet. Die Frucht seiner Erfahrung und Forschung auf diesem bisher wissenschaftlich kaum beachteten Gebiet legt er in einem wohlausgestatteten Werk vor, das gleicherweise für den Wissenschaftler, der den vielgestaltigen Erscheinungsformen des Schnees auf den Grund gehen will, wie dem Bergsteiger und Schifahrer, der sachkundigen Rat für sein Verhalten bei winterlichen Bergfahrten sucht, von hohem Wert ist.

Nach Behandlung der verschiedenen Eisbildungen aus Wasser, Luft und am Boden, sowie der Schneekristallisation folgen die wichtigen Kapitel über die Veränderungen des Schnees nach seiner Ablagerung durch Verfirnung, Wind, Reif und Druck und über die dadurch bedingten verschiedenen Erscheinungsformen des Schnees in der Natur. Eingehend wird auch der wichtige Einfluß der Geländeform und Bewachsung dargetan und an Hand von Bildern und instruktiven Kartenbeilagen erläutert. Damit ist der praktisch wichtigste Teil des Buches über die Lawinen gründlich vorbereitet. Statt der bisher bekannten zwei Lawinenarten, den Staub- und Grundlawinen, werden in überzeugender Weise 8 Lawinenarten entwickelt. Besonders gefährlich sind die Packschneelawinen oder „Gegenböschungslawinen", die im Lee von Wächten entstehen, ferner die Schwimmschneelawinen, die durch Bildung des „Tiefenreifs" am Boden bedingt sind. Die gewaltigen Luftbewegungen, die mit dem Abgang von „Trockenschneelawinen" verbunden sind, finden in einem von Prof. WAGNER, Innsbruck, geschriebenen Kapitel eine klare Erläuterung. Für die Praxis des Schilaufs sind die Kapitel über Lawinengefahr und das Verhalten bei Lawinenstürzen und bei der Bergung von grundlegender Bedeutung. Das Mitführen von Schneeschaufel, Lawinensonde und Lawinenschnur wird in bestimmten Fällen als unerläßlich bezeichnet.

Dem Werke PAULCKES, das gemeinverständliche Wissenschaft in bestem Sinn vermittelt, ist bei der heutigen Ausdehnung des alpinen Schilaufs weite Verbreitung zu wünschen. Das Werk ist auch deshalb bedeutungsvoll, weil es ein bisher so sehr vernachlässigtes Gebiet der wissenschaftlichen Forschung erschließt.

R. FINSTERWALDER, Hannover.

Herausgeber und verantwortlicher Redakteur: FRITZ SÜFFERT, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig.

Angewandte Atomphysik

Eine Einführung
in die theoretischen Grundlagen

Von

Dr. **Rudolf Seeliger**

Professor an der Universität Greifswald

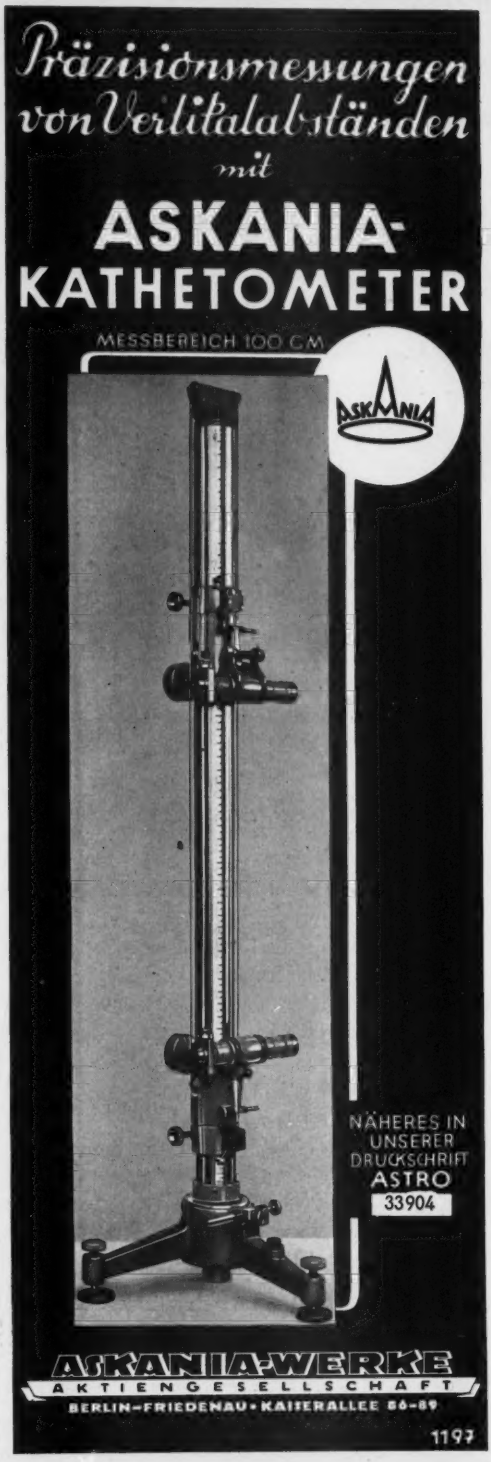
Mit 175 Textabbildungen: IX, 461 Seiten. 1938

RM 24.—; gebunden RM 26.—

Inhaltsübersicht:

I. Kinetische Theorie der Gase. 1. Physikalische und mathematische Grundlagen. 2. Das Boltzmann-Prinzip. 3. Maxwell-Verteilung; Gleichverteilungssatz. 4. Freie Weglänge und Stoßzahl. 5. Die Transportgleichung. 6. Grenzen gaskinetischer Betrachtungsweise; Wandstöße. 7. Entartung der Gase; die neue Statistik. 8. Schwankungserscheinungen. — **II. Bau der Atome.** 9. Lichtquanten und Energiequanten. 10. Gesetze der Serienspektren; Termsystematik. 11. Das Bohrsche Atommodell. 12. Das Termschema der Atome. 13. Röntgenstrahlen. 14. Theorie der Hohlraum-Strahlung; kontinuierliches Spektrum. 15. Elementare Stoßvorgänge. — **III. Elektronen im Hochvakuum.** 16. Bewegung freier Ladungsträger in elektrischen und magnetischen Feldern. 17. Massenspektrograph; Braunsches Rohr. 18. Ausbreitung elektromagnetischer Wellen in der Atmosphäre. 19. Elektronenoptik. 20. Raumladungswirkung von Trägerströmen. — **IV. Elektrizitätsleitung in Gasen.** 21. Bewegung der Träger in Gasen. 22. Unselbständige Strömung. 23. Luftelektrizität. 24. Das Plasma. 25. Die positive Säule. 26. Der Kathodenfall. 27. Die Lichtemission der Gasentladungen. 28. Ähnlichkeitsgesetze. 29. Zünden und Löschen von Entladungen. — **V. Elektrizitätsleitung in festen Körpern.** 30. Metallische Leitung; Elektronentheorie der Metalle. 31. Thermischer Elektronenaustritt aus Metallen; Photoeffekt. 32. Elektronenbefreiung durch starke Felder; Stoßeffekte an Metallflächen. 33. Aktivierte und sensibilisierte Kathoden. 34. Elektrizitätsleitung in Halbleitern. 35. Durchschlag fester Isolatoren. — **VI. Elektrizitätsleitung in Flüssigkeiten.** 36. Elektrolytische Leitung. 37. Grenzflächenvorgänge. 38. Isolierende Flüssigkeiten. — **VII. Dielektrika und Magnetika.** 39. Die Dielektrizitätskonstante. 40. Dielektrische Anomalien. 41. Elektrostriktion; Piezoelektrizität; Kerreffekt. 42. Diamagnetismus; Paramagnetismus; Ferromagnetismus. 43. Gitterbau der Festkörper. — Sachverzeichnis.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER
IN BERLIN



Beilsteins Handbuch der organischen Chemie

Vierte Auflage

Herausgegeben von der

Deutschen Chemischen Gesellschaft

Bearbeitet von

Friedrich Richter

Vierte Hauptabteilung:

Naturstoffe

(Gemeinsame Ausgabe für Hauptwerk und Ergänzungswerk)

Dreißigster Band: **Kautschuk, Guttapercha, Balata, Carotinoide.** (Umfaßt die Literatur bis 1. Januar 1935.) XVIII, 121 Seiten. 1938. Gebunden RM 30.—

Einunddreißigster Band: **Kohlenhydrate I: Monosaccharide und Oligosaccharide.** (Umfaßt die Literatur bis 1. Januar 1920.) XVIII, 505 Seiten. 1938. Gebunden RM 106.—

Diese Abteilung bildet den Abschluß des Haupt- und ersten Ergänzungswerks und erscheint für beide gemeinsam. Sie bringt diejenigen Verbindungen, die aus systematischen oder sonstigen Gründen nicht in den ersten drei Hauptabteilungen untergebracht werden konnten. Soweit möglich, wurde der Literatur-Schlußtermin der Naturstoff-Bände auf das Jahr 1935 verlegt. Jedoch wurden auch bei den Stoffklassen, für die aus organisatorischen Gründen nur die Literatur bis zum 1. Januar 1920 berücksichtigt werden konnte, stets die Konstitutionsformeln und die für die Charakterisierung wesentlichen physikalischen Konstanten (z. B. Schmelzpunkt und optische Drehungswerte) nach den neuesten Angaben der Literatur berichtigt und vervollständigt. Erschienen sind die beiden oben angeführten Bände. In etwa vier weiteren Bänden werden in dieser Abteilung behandelt: **„Kohlenhydrate II"** (Polysaccharide und andere vorwiegend aus Kohlenhydraten aufgebaute Naturstoffe), **Alkaloide, Sterine** (einschließlich der Saponine und Phytosteroline), **Porphyrine** und noch einige weitere Naturstoffe. Angesichts der bedeutenden Fortschritte, die in den letzten Jahrzehnten auf dem Naturstoffgebiet gemacht sind, darf mit einem besonderen Interesse für diese Teile des Handbuchs gerechnet werden, die durch die vollständige Zusammenstellung der Literatur bis 1920 eine sichere Grundlage für die Arbeit der Zukunft abgeben und darüber hinaus in zahlreichen Fällen auch einen weitgehenden Überblick über die neueren Forschungsergebnisse bieten.

VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Hierzu eine Beilage vom Verlag von ***Gebrüder Borntraeger in Berlin.***

Für den Textteil verantwortlich: Fritz Süffert in Berlin W 9; für den Anzeigenteil: Albert Meyer in Berlin-Steglitz, Kühlebornweg 5.
DA. I. Vj. 3039. — Pl. 4. — Druck der Spamer A.-G. in Leipzig. — Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Printed in Germany.